ББК 34.671
С 77
УДК 683.3 (075)

Рецензент **Н. И. Макиенко**

Старичков В. С.

С77 Практикум по слесарным работам: Учеб. пособие для подготовки рабочих на производстве. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1983, — 220 с., ил.

В пер.: 80 к.

С $\frac{2704080000-181}{038(01)-83}$ 181-84

ББК 34.671
6П5.4

ПРЕДИСЛОВИЕ

В постановлении ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 21 июня 1979 года «О мерах по дальнейшему совершенствованию подготовки и повышения квалификации рабочих на производстве» поставлена задача по улучшению качества профессионального обучения и воспитания рабочих на производстве, по созданию условий для непрерывного совершенствования их мастерства в соответствии с требованиями социального развития и научно-технического прогресса.

Данное учебное пособие, в отличие от других учебников и пособий по слесарному делу, содержит подробное описание конкретных рабочих приемов и способов практического выполнения основных слесарных операций и видов работ в определенной технологической последовательности.

Учебное пособие предназначено инструкторам производственного обучения для оказания помощи по проведению практических занятий при подготовке слесарей различных специальностей: слесарей механосборочных работ, слесарей по контрольно-измерительным приборам и автоматике, слесарей-ремонтников, слесарей по ремонту автомобилей и рабочих других специальностей.

Учебное пособие охватывает материал основных работ общеслесарного курса и соответствует темам учебной программы.

Материал по каждому основному вопросу предусматривает овладение навыками выполнения подготовительных, вспомогательных и основных операций и видов работ, характерных для осваиваемой рабочим профессии слесаря. Изучение операций проводится последовательно от простых к более сложным.

Для овладения первоначальными навыками по отдельным приемам и операциям разметки, рубки, резки, опиливания и др. в необходимых случаях следует выполнять учебно-тренировочные упражнения.

Пособие содержит подробное описание производственных операций приемов и способов работ с конкретными рекомендациями что и как делать. При выполнении операций предусмотрено применение механизированных инструментов и различных приспособлений, повышающих производительность труда и качество изделий.

Для контроля производственных работ и соблюдения технических требований необходимо выполнение правил применения и приемов использования контрольно-измерительных инструментов и приборов.

Особое внимание в пособии уделено требованиям безопасности труда. В конце каждой главы помещены контрольные вопросы, которые используются инструктором производственного обучения для проверки усвоения учебного материала.

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА И ОРГАНИЗАЦИИ РАБОЧЕГО МЕСТА

Во время занятий по производственному обучению на предприятиях инструктор должен проводить подробный инструктаж, следить за соблюдением требований безопасности труда и добиваться усвоения этих правил и инструкций каждым обучающимся. Инструктор обязан обеспечить учебные занятия предупредительными плакатами о требованиях безопасности труда, вывесив их на видных местах; в необходимых случаях следует снабдить обучающихся в зависимости от выполняемых ими учебно-производственных заданий письменными инструкциями по требованиям безопасности труда, промышленной санитарии и пожарной безопасности.

К организации рабочего места слесаря предъявляют определенные требования.

1. Верстак должен быть прочным и устойчивым. Столешница (крышка) верстака должна быть ровной и покрыта по всей плоскости листовой сталью, текстолитом или линолеумом, а кромки закрыты угловой сталью или деревянными рейками. На каждом верстаке обязательно устанавливают сменный (убирающийся) сетчатый экран для защиты работающего рядом от осколков, отлетающих во время рубки.

2. Параллельные тиски поворотного типа должны быть прочно и надежно укреплены на верстаке. В сжатом положении губки расположены параллельно и находятся на одном уровне. Накладные губки прочно закреплены, хорошо закалены и имеют четкую насечку для надежного закрепления детали.

Зажимать деталь в тисках следует только усилием рук, а не весом тела. Зажимая или освобождая детали из тисков, рычаг необходимо опускать плавно, не бросая его, чтобы не ушибить руку или ногу. Содержать тиски надо в чистоте и исправности, а трущиеся части регулярно смазывать соответствующим смазочным материалом.

3. Подставку под ноги следует применять в тех случаях, когда высота тисков не соответствует росту обучающегося. Высота верстака с тисками считается нормальной, если у стоящего прямо обучающегося рука, согнутая в локтевом суставе под углом 90°, находится на уровне губок тисков при вертикальном положении ее плечевой части. Выбранные подставки должны плотно лежать на полу. Неправильное положение корпуса обучающегося вызывает быструю утомляемость, затрудняет правильное выполнение приемов работы и получение требуемой точности.

4. Одним из элементов культуры на рабочем месте является правильно подогнанная, аккуратная и чистая спецодежда. Халат или

комбинезон должны быть выбраны по размеру и росту работающего и не должны стеснять движений.

Во время работы спецодежда всегда должна быть застегнута на все пуговицы, а рукава должны иметь застегивающиеся манжеты, плотно охватывающие запястье; на голову обязательно следует надеть головной убор (берет или косынку), под который необходимо тщательно убрать волосы.

На одежде и головном уборе не должно быть висящих концов (галстук, тесемки, концы косынки), которые могут быть захвачены вращающимися частями станков, машин или механизмов и привести к несчастному случаю.

5. Местное освещение на рабочем месте должно иметь исправную передвижную арматуру с защитным плафоном для направления света на обрабатываемую деталь и плоскость верстака. Напряжение в электросети при местном освещении не должно превышать 36 В.

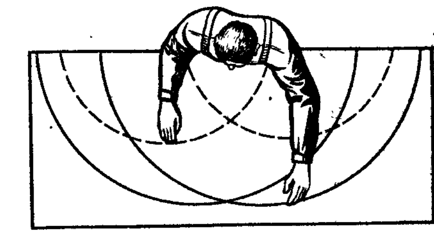


Рис. 1. Схема, поясняющая принцип расположения инструментов, заготовок, документации на рабочем месте

6. На рабочем месте должны находиться только те инструменты и приспособления, которые необходимы для выполнения учебно-производственного задания. Каждый инструмент, приспособления и материалы должны иметь свое определенное место.

Инструменты, приспособления и материалы должны быть расположены на верстаке с таким расчетом, чтобы все, что берут правой рукой, находилось справа от работающего, левой рукой — слева. Чаще других используемые инструменты и заготовки необходимо располагать ближе к работающему (рис. 1). Определенный порядок должен поддерживаться и в ящике, где каждому инструменту должно быть отведено постоянное место.

Измерительные и поверочные инструменты размещают отдельно от рабочего инструмента на специальной полочке или планшетке. Чертежи и карты для учебных заданий следует располагать на планшете-подставке, установленной на верстаке, на расстоянии, достаточном для их чтения.

РАЗМЕТКА ПЛОСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Требования безопасности труда. Приступая к обучению разметке плоских поверхностей, инструктор обязан внимательно осмотреть весь инструмент и приспособления. Запрещается работать неисправным и неправильно заточенным инструментом.

Инструменты, находящиеся в работе, должны соответствовать следующим требованиям.

Молотки должны быть прочно насажены на рукоятки и расклинены в отверстии стальными клиньями. Рукоятка молотка должна

иметь овальное сечение с равномерным утолщением к концу. Поверхность рукоятки должна быть чистой и гладкой, без сучков, трещин и отколов. Длина рукоятки для разметочных молотков массой 200 г должна быть 250—300 мм. Рабочие поверхности молотка должны иметь гладкую, ровную поверхность, без трещин и отколов.

Ударная часть кернеров не должна быть сбита или скошена от ударов. Поверхность ударной части должна быть гладкой и слегка выпуклой. Длина кернера должна быть не менее 70 мм, чтобы ударная часть взятого в руку инструмента находилась на 20 мм выше пальцев.

Рабочая часть кернера должна представлять собой заточенное на конус острие с углом при вершине 60°, а для наметки центров отверстий, подлежащих сверлению, с углом при вершине 45°. Нельзя применять притупленный кернер, так как при ударе по нему молотком острие соскальзывает с разметочной плоскости и может послужить причиной травмы рук. Удары следует наносить по ударной части вдоль оси кернера при его перпендикулярном расположении к плоскости заготовки.

Для предупреждения травм рук необходимо осторожно обращаться с заостренными концами циркуля, чертилки и кернера. Эти инструменты класть в карманы одежды запрещается.

Рассмотрим требования безопасности труда при работе на заточных станках.

Общие требования.

1. Работать только на станке, к которому вы допущены, выполняя работу, которая вам поручена.

2. Запрещается работать на станке в рукавицах или перчатках, а также с забинтованными пальцами.

3. При перерыве в подаче электроэнергии немедленно выключить электрооборудование станка.

4. Каждый рабочий обязан:

а) строго выполнять все требования безопасности труда;

б) содержать в чистоте рабочее место в течение всего рабочего дня;

в) не мыть руки в масле, эмульсии и керосине;

г) не принимать пищу у станка.

Перед началом работы.

5. Перед каждым включением станка убедиться, что пуск станка никому не угрожает опасностью.

6. Привести в порядок свою спецодежду.

7. Проверить прочность закрепления ограждения: работать без ограждений шлифовального круга и ременной передачи запрещено.

8. Проверить надежность и правильность закрепления подручника (зазор между подручником и шлифовальным кругами должен быть не более 3 мм), проверить состояние этих кругов наружным осмотром с целью определения заметных трещин и выбоин.

Пользоваться кругами, имеющими трещины и выбоины, запрещается.

9. Проверить исправную работу станка на холостом ходу в течение 3—5 мин, находясь в стороне от опасной зоны возможного

разрыва шлифовального круга, и убедиться в отсутствии сверхпредельного радиального или осевого биения круга.

10. При обнаружении неисправности станка или возможной опасности немедленно сообщить инструктору или мастеру.

Во время работы.

11. При затачивании инструмента необходимо подавать инструмент на круг плавно, без рывков и сильного нажима. Следует стоять в стороне от плоскости вращения шлифовального круга.

12. При работе рабочий обязательно должен пользоваться защитными очками или экранами.

13. Затачивание и доводку инструмента шлифовальными кругами производить только с охлаждением.

Во время работы для увеличения продолжительности срока службы и сохранности инструментов необходимо:

1. Оберегать инструмент от механических повреждений (забоин и царапин рабочих кромок, масштабной шкалы, измерительных поверхностей).

2. При пользовании циркулем стопорные винты следует отвинчивать только на один оборот.

3. Поверхность разметочной плиты должна быть всегда чистой и гладкой; необходимо оберегать ее от забоин, царапин и других повреждений.

После окончания работы необходимо:

1. Инструмент во избежание появления коррозии протереть чистой тряпкой насухо, а затем смазать тонким слоем масла.

2. Измерительный инструмент хранить в футлярах (для каждого инструмента должно быть предусмотрено свое место). Запрещается хранить инструмент «навалом».

3. Разметочную плиту промыть керосином и протереть сухой чистой тряпкой, смазать маслом и покрыть предохранительной деревянной крышкой.

Подготовку поверхностей к разметке. Разметочные работы в слесарном деле являются вспомогательной технологической операцией, заключающейся в переносе контурных построений по размерам, указанным на чертеже, на заготовку.

Упражнение по разметке обычно выполняют на пластинках из листовой стали, причем две смежные кромки каждой пластинки должны быть прямолинейны и расположены под углом 90°.

К разметке поверхности готовят в следующей последовательности.

1. Подготовка красителей. Для окрашивания необработанных поверхностей (отливок, поковок, проката) применяют меловой раствор (молотый мел разводят в воде). Для предохранения слоя краски от стирания и для его быстрого высыхания в состав красителя вводят столярный клей (600 г мела и 50 г столярного клея на 4 л воды).

Чисто обработанные поверхности изделий окрашивают раствором медного купороса (две—три чайные ложки кристаллов медного купороса на стакан воды) или специальным лаком для разметки.

2. Подготовка заготовки к окраске. При подготовке заготовок к окраске их очищают от пыли, грязи, окалины и ржавчины стальной щеткой. Пластины не должны иметь заусенцев и острых углов. Одну пластину с двух сторон зачищают шлифовальной шкуркой, а плоскости остальных пластин оставляют необработанными.

3. Окрашивание поверхностей. При нанесении красителя (рис. 2) заготовку держат в левой руке в наклонном положении. Тонкий и равномерный слой красителя наносят на плоскость перекрестными вертикальными и горизонтальными движениями кисти. Раствор следует набирать только концом кисти в малом количестве, чтобы избежать образования подтеков. Зачищенные плоскости окрашивают раствором купороса, а необработанные плоскости — меловым раствором. После окончания окрашивания пластины необходимо просушить.

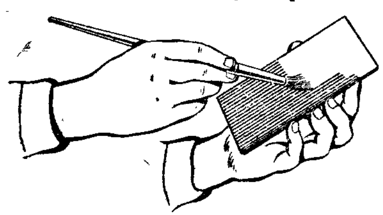


Рис. 2. Нанесение красителя на заготовку

Нанесение параллельных рисок. Нанесение рисок на произвольном расстоянии друг от друга производится чертилкой с помощью угольника с пяткой в следующей последовательности.

1. Пластину кладут на разметочную плиту таким образом, чтобы обработанная кромка, которую принимают за разметочную базу, была обращена к работающему. Для плотного прилегания угольника заготовку необходимо сдвинуть на край разметочной плиты (рис. 3, *а*).

2. Угольник с широким основанием прикладывают к базовой кромке и проводят чертилкой первую риску. При нанесении рисок острие чертилки плотно прижимают к ребру угольника (рис. 3, *б*), одновременно наклоняя чертилку в сторону направления движения.

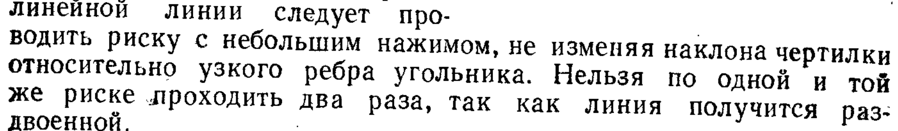


Рис. 3. Положения угольника с пяткой на пластинке (*а*) и острия чертилки у кромки угольника (*б*)

Для получения четкой и прямолинейной линии следует проводить риску с небольшим нажимом, не изменяя наклона чертилки относительно узкого ребра угольника. Нельзя по одной и той же риске проходить два раза, так как линия получится раздвоенной.

Для нанесения рисок применяют два типа чертилок: круглую (рис. 4, *б*) или со вставной иглой из твердого сплава (рис. 4, *в*).

3. Угольник перемещают по кромке пластины на произвольные расстояния и наносят ряд рисок.

Параллельные риски на заданном расстоянии друг от друга наносят, используя измерительную линейку и чертилку.

Согласно эскизу (рис. 5) все размеры откладывают от нижней линии, которую принимают за базовую, и выполняют разметку в следующей последовательности.

1. С помощью измерительной линейки и чертилки на пластину наносят две отметки *а* на расстоянии 5 мм от базовой линии (способ показан на рис. 6, *а*).

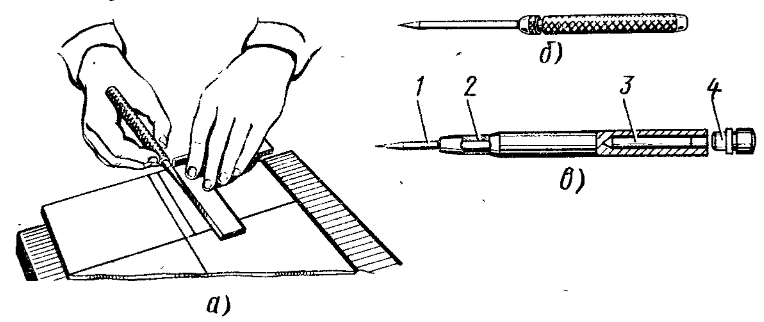


Рис. 4. Нанесение рисок с помощью чертилки:

а — прием работы; *б* — круглая чертилка; *в* — чертилка со вставной иглой; *1* — игла; *2* — корпус; *3* — запасные иглы; *4* — пробка

2. На размечаемую плоскость накладывают линейку так, чтобы ее кромка совпала со штрихами отметок *а*. Широко расставленными пальцами левой руки прижимают линейку к пластине, а правой рукой наносят чертилкой риску (рис. 6, *б*).

Аналогичную разметку по нанесению отметок выполняют для остальных параллельных линий, расположенных на расстоянии 6, 13, 21, 29, 38, 47, 55 мм от базовой линии (рис. 6, *а*), и проводят риски.

3. Точность нанесения рисок по заданным размерам проверяют измерительной линейкой.

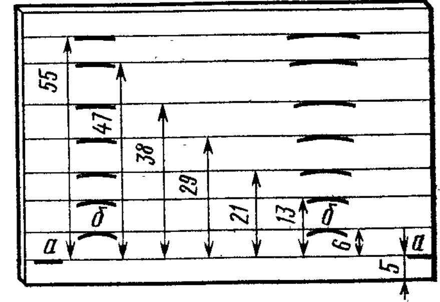


Рис. 5. Пример разметки параллельных рисок

Перпендикулярные риски (рис. 7) наносят разметочными инструментами — угольником, линейкой и чертилкой.

1. Параллельно нижней границе пластинки проводят риску AB длиной 75 мм, которую принимают за базовую линию (рис. 7).

2. От точки A по измерительной линейке откладывают расстояние 48 мм и чертилкой делают отметку (точка O).

3. На линию AB накладывают линейку, к ребру которой плотно приставляют ребро плоского угольника (рис. 8), чтобы вершина угла совпадала с точкой O, и проводят риску $O—O_1$ длиной 50 мм (см. рис. 7).

4. Таким же способом проводят линии $B—B_1$ и $A—A_1$ и получают три линии, перпендикулярные основанию AB.

Нанесение рисок под заданными углами. При разметке углов применяют циркуль, линейку и чертилку.

Рассмотрим последовательность разметки угла 45°.

1. С помощью плоского угольника строят угол 90° BAC (рис. 9).
2. Циркуль раздвигают на произвольный размер $R < AB$.

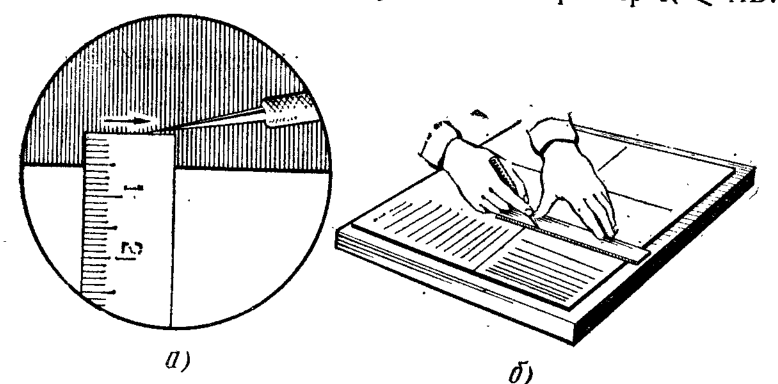


Рис. 6. Прием откладывания размеров от кромки заготовки (*а*) и нанесения параллельных рисок (*б*)

3. Острие циркуля ставят в точку A (вершину угла) и установленным радиусом наносят дугу, пересекающую стороны угла в точках *1* и *2*.
4. Из точек *1* и *2* одним и тем же произвольным радиусом наносят перекрестные дуги a и b с точкой D в месте пересечения.

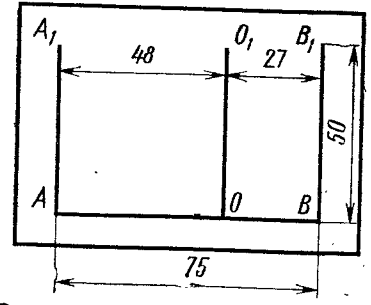


Рис. 7. Пример построения взаимно перпендикулярных рисок по заданным размерам

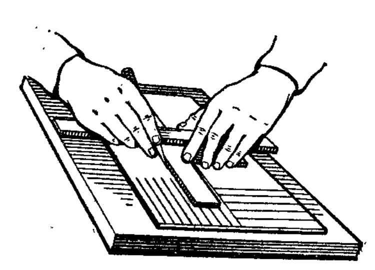


Рис. 8. Прием построения угла 90° с помощью плоского угольника, линейки и чертилки

5. С помощью линейки и чертилки из вершины угла A через точку D проводят риску, которая делит угол 90° на два равных угла по 45°.

Возможно совмещенное построение углов в 30, 60 и 120°.

1. На базовую риску AB наносят среднюю точку O (рис. 10).
2. Циркуль раздвигают на произвольный размер (не более отрезка OB).

3. Опорную ножку циркуля ставят в точку O (вершина угла) и установленным радиусом проводят дугу, пересекающую базовую линию AB в точке *1*.
4. Из точки *1*, не изменяя величины радиуса, делают циркулем на дуге метку (точка C), необходимую для построения угла 60°.
5. Через точки O и C с помощью линейки чертилкой проводят риску ($\angle COB = 60°$).

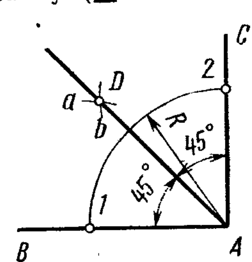


Рис. 9. Пример разметки угла 45°

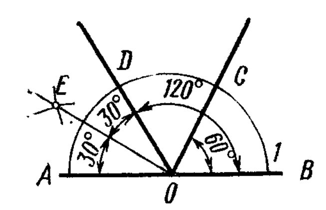


Рис. 10. Пример построения углов 30, 60 и 120°

6. При построении угла 120° используют разметку угла 60° и тем же радиусом делают вторую засечку по дуге, образуя точку D, а затем приставляя к основанию OC второй угол 60°. Таким образом, точка D будет исходной для построения угла 120°.

Риска OD образует угол 120°.

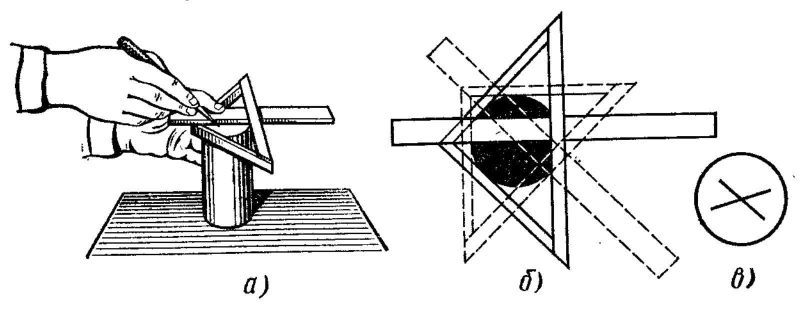


Рис. 11. Нахождение центра окружности с помощью центроискателя: *а* — нанесение первой риски; *б* — нанесение второй риски; *в* — определение положения центра

Разметку угла 30° выполняют на базе $\angle AOD = 60°$ в следующем порядке.

1. Из точек O и D одним и тем же произвольным радиусом наносят перекрестные дуги, образуя точку E.
2. Через точки O и E проводят прямую риску, которая делит угол $\angle AOD$ на два угла по 30°.

Нанесение окружности, деление ее на равные части и построение многоугольников. *Учебное задание 1* заключается в нахождении центра окружности с помощью угольника-центроискателя (рис. 11, *а*). Угольник состоит из двух планок, соединенных под углом 90°, и жестко укрепленной линейки, рабочее ребро которой делит угол 90° пополам.

Разметку выполняют в следующей последовательности.

1. Деталь устанавливают на разметочную плиту так, чтобы размечаемый торец был сверху.

2. На верхний торец детали накладывают угольник-центроискатель так, чтобы две его стороны (планки) касались цилиндрической поверхности детали.

3. Левой рукой плотно прижимают линейку угольника к поверхности торца, а правой проводят чертилкой первую диаметральную риску.

4. Угольник-центроискатель поворачивают по цилиндрической поверхности детали примерно на 90° и проводят чертилкой вторую диаметральную риску (рис. 11, *б*). Точка пересечения двух рисок будет центром размечаемой окружности (рис. 11, *в*).

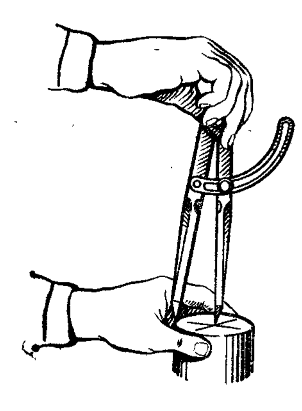


Рис. 12. Способ проверки точности разметки центра окружности разметочным циркулем

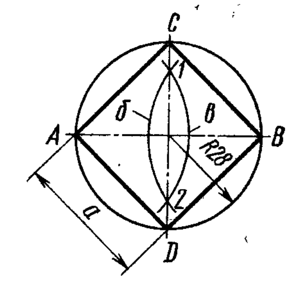


Рис. 13. Пример деления окружности на четыре части с построением вписанного квадрата

Разметку центра детали с грубо обработанной цилиндрической поверхностью производят в такой же последовательности. В этом случае для более точного нахождения центра окружности необходимо нанести пять—семь рисок, и центром будет точка, в которой пересекается наибольшее число рисок.

Точность разметки центра окружности проверяют разметочным циркулем (рис. 12). Острие одной ножки циркуля устанавливают в размеченный центр, а другую ножку перемещают так, чтобы ее острие слегка касалось цилиндрической части детали. Если острие ножки циркуля касается детали по всей длине окружности, то центр размечен правильно.

Учебное задание 2 представляет собой деление окружности на четыре равные части с построением вписанного квадрата (рис. 13).

1. В центре размечаемой плоскости циркулем проводят окружность $R = 28$ мм (радиус может быть произвольным).

2. Через центр окружности по линейке проводят прямую риску, чтобы она пересекла окружность в двух точках *A* и *B* и разделила ее на две равные части.

3. Опорную ножку циркуля устанавливают в точку *A* и, раздвинув циркуль на расстояние несколько большее, чем половина отрезка *AB*, проводят дугу *в*.

4. Опорную ножку циркуля переносят в точку *B* и, не изменяя раствора циркуля, проводят дугу *б* так, чтобы она пересекла первую выполненную дугу в точках *1* и *2* (рис. 13, 14).

5. Через точки *1* и *2* по линейке проводят риску, которая образует на окружности точки *C* и *D*.

6. Соединяя точки *AD*, *DB*, *BC* и *CA* прямыми рисками, получим квадрат, вписанный в окружность.

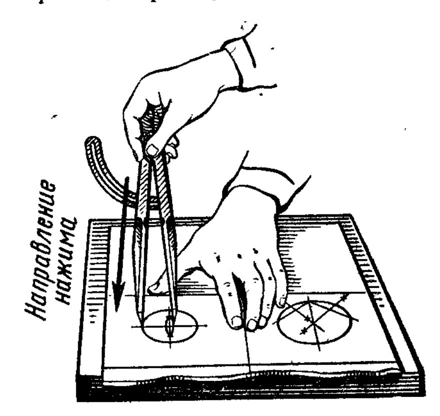


Рис. 14. Прием разметки квадрата

Учебное задание 3 заключается в делении окружности на три равные части с построением вписанного треугольника (рис. 15).

1. В центре размечаемой плоскости с помощью циркуля проводим окружность $R = 26$ мм (радиус может быть произвольным).

2. Через центр окружности по линейке проводят прямую риску с пересечением окружности в точках *A* и *B*.

3. Опорную ножку циркуля устанавливают в точку *A* и при растворе циркуля, равном радиусу проведенной окружности, делают на окружности две метки-засечки (точки *C* и *D*), где длина дуги между ними будет равна одной трети длины окружности.

4. Соединив точки прямыми рисками *CD*, *CB* и *BD*, получают вписанный равносторонний треугольник.

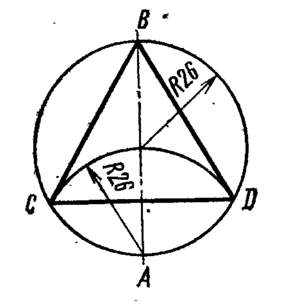


Рис. 15. Деление окружности на три части с построением вписанного треугольника

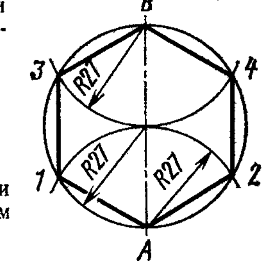


Рис. 16. Деление окружности на шесть частей с построением вписанного шестиугольника

5. Правильность построения проверяют циркулем, устанавливая раствор циркуля равным длине одной из сторон треугольника и этим же размером определяя равенство остальных сторон треугольника.

Учебное задание 4 (рис. 16) представляет собой деление окружности на шесть частей с построением вписанного шестиугольника (рис. 17).

1. В центре размечаемой плоскости циркулем проводят окружность $R = 27$ мм (радиус может быть произвольным).

2. По линейке наносят риску, проходящую через центр окружности и пересекающую ее в точках *A* и *B*.

3. Из точки A, как из центра, наносят дугу радиусом, равным радиусу проведенной окружности, и получают точки *1* и *2*.

Аналогичное построение делают из точки B, нанося точки *3* и *4*. Полученные точки пересечения и концевые точки диаметра будут искомыми точками деления окружности на шесть частей.

4. Соединяя точки прямыми рисками A—*2*, *2*—*4*, *4*—B, B—*3*, *3*—*1* и *1*—A, получают вписанный шестиугольник.

При разметке граней шестиугольника под размер h зева гаечного ключа (рис. 17) радиус описываемой окружности вписанного шестиугольника определяется по формуле $R = 0{,}577h$.

Разметка контуров заготовок с отложением размеров от кромок и осевой линии. Приемы плоскостной разметки различных контуров деталей зависят от выбранной

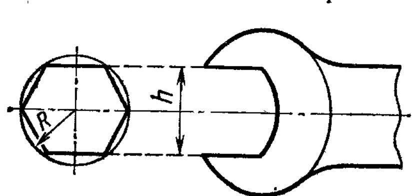


Рис. 17. Пример разметки шестиугольника под размер зева гаечного ключа

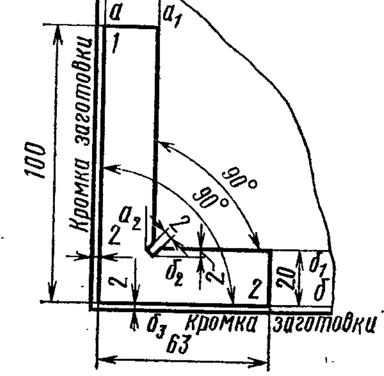


Рис. 18. Разметка угольника

базы разметки, формы детали и последовательности ее обработки. После того как чертеж детали изучен, за разметочные базы в большинстве случаев принимают наружные кромки заготовок или центровые (осевые) линии.

Учебное задание 1 содержит разметку плоского угольника с отсчетом размеров от кромки заготовки.

Разметку производят с помощью линейки, циркуля и чертилки в следующей последовательности.

1. От боковой кромки пластины откладывают припуск (2 мм) на дальнейшую обработку и вдоль кромки наносят риску a (рис. 18).

2. От другой кромки откладывают такой же припуск и проводят риску $б$, перпендикулярную риске a.

3. Параллельно рискам a и $б$ на расстоянии 20 мм проводят риски a_1 и $б_1$.

4. От вершины угла 90° на риске a откладывают размер 100 мм (точка *1*) и на риске $б$ — размер 63 мм (точка *2*).

5. Из точки *1* перпендикулярно риске a наносят риску, пересекающую риску a_1. Аналогично проводят риску из точки *2*.

6. У вершины внутреннего угла 90° параллельно рискам a_1 и $б_1$ на расстоянии 2 мм от них проводят риски a_2 и $б_2$.

7. Из вершины внутреннего угла размечают угловой паз шириной 2 мм, завершая разметку всего контура плоского угольника.

Учебное задание 2 заключается в разметке торца фланца с отсчетом размеров от осевой (центровой) линии. (Разметку проводят на той же пластине, что и разметку плоского угольника).

1. Согласно чертежу (рис. 19) за базу разметки принимают осевые линии.

2. На расстоянии 30 мм от границ разметки контура угольника проводят две перпендикулярные риски, пересекающиеся в точке O.

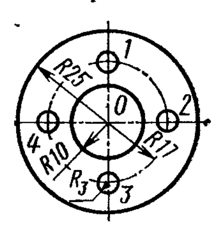
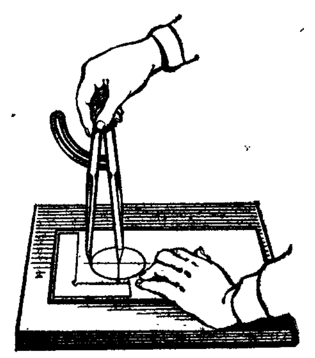


Рис. 19. Разметка фланца



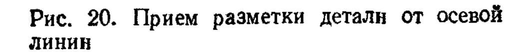


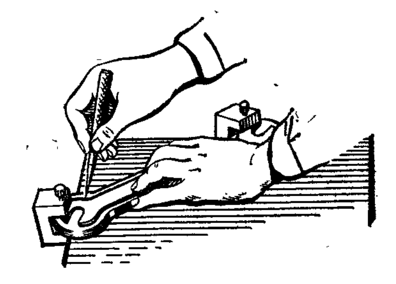
Рис. 20. Прием разметки детали от осевой линии

3. Из точки O проводят окружности $R = 10$, 17, 25 мм (рис. 20). Точки *1*—*4* пересечения окружности $R = 17$ мм с осевыми линиями будут центрами окружностей $R = 3$ мм.

4. Построением окружностей $R = 3$ мм завершают разметку детали по чертежу.

Разметка контуров заготовок по шаблону. В серийном производстве для повышения производительности труда при выполнении разметочных работ применяют разметочные шаблоны.

Рис. 21. Шаблон гаечного ключа



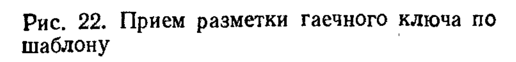


Рис. 22. Прием разметки гаечного ключа по шаблону

Последовательность разметки гаечного ключа по шаблону состоит в следующем.

1. На заготовку накладывают разметочный шаблон (рис. 21) таким образом, чтобы он плотно прилегал к плоскости заготовки по всему контуру. Для предотвращения смещения шаблона его укрепляют двумя струбцинами (рис. 22).

2. Заготовку кладут на разметочную плиту и острием чертилки обводят по ребру шаблона весь размечаемый контур.

Особое внимание следует обращать на правильное положение чертилки относительно боковой грани шаблона. Для обеспечения

точности разметки острие чертилки должно находиться в вершине угла, образованного гранью шаблона и плоскостью заготовки.

Построение разверток тел формы куба, цилиндра и конуса. Иногда слесарю приходится изготавливать изделия в форме куба, цилиндра и конуса из листового металла. При изготовлении изделий подобной формы первой операцией будет построение разверток поверхностей по основным заданным размерам фигур. Это упражнение состоит из трех заданий.

Учебное задание 1 содержит построение развертки кубического сосуда на листовой стали.

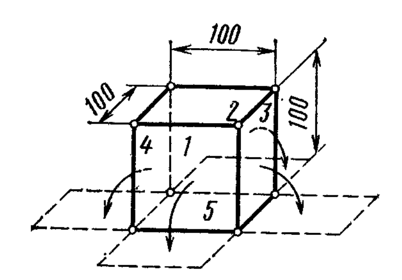


Рис. 23. Развертка кубического сосуда

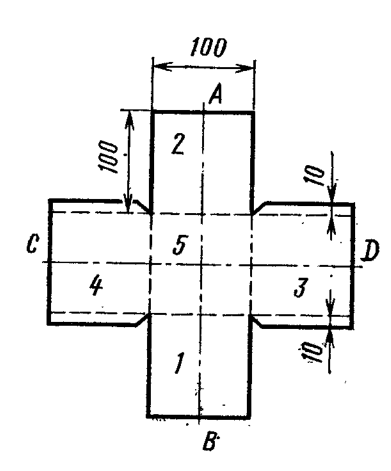


Рис. 24. Пример построения развертки кубического сосуда

Развертку поверхности кубического сосуда можно получить, если боковые грани *1—4* из вертикального положения развернуть в горизонтальное (рис. 23).

Последовательность выполнения задания заключается в следующем.

1. На металлический лист наносят взаимно перпендикулярные осевые линии *AB* и *CD* (рис. 24).
2. Начиная от базовых линий строят квадрат *5* со стороной 100 мм.
3. Строят квадраты *1—4*.
4. Для соединения плоскостей у двух сторон квадратов *3* и *4* размечают припуск для заклепочного шва шириной 10 мм.

Учебное задание 2 содержит построение развертки цилиндрического сосуда на листовой стали. Разверткой поверхности цилиндра будет прямоугольник с высотой, равной высоте цилиндра, и длиной, равной длине окружности цилиндра. Последовательность выполнения задания заключается в следующем:

1. Определяют длину развертки цилиндра ⌀ 70 (рис. 25):

$$L = \pi D = 3{,}14 \cdot 70 = 219{,}8 \text{ мм (округляем до 220 мм).}$$

2. Строят развертку цилиндрической поверхности сосуда высотой $H = 120$ мм и длиной $L = 220$ мм (рис. 25, *а*).

3. Развертку цилиндрической поверхности дополняют припуском a на боковой шов. Для отбортовки верхнего края цилиндра с закаткой проволоки берут припуск $\delta = \pi d$ (d — диаметр проволоки).

4. Размечают дно сосуда (рис. 25, *б*), для этого наносят две окружности $R = 35$ мм (основание цилиндра) и $R = 35 + a$ (с припуском на шов), чем завершают полную разметку развертки цилиндрического сосуда.

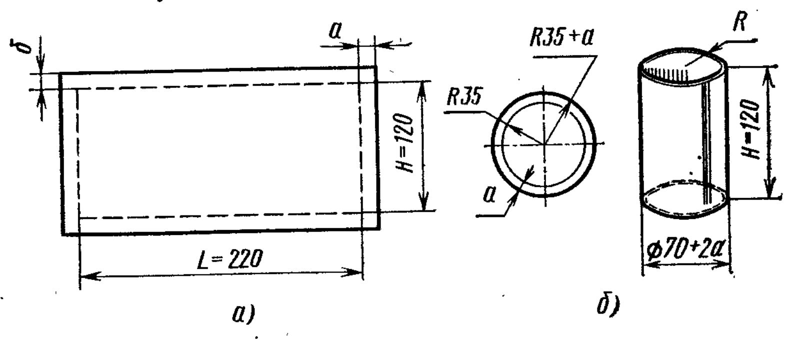


Рис. 25. Цилиндрический сосуд:
а — развертка цилиндрической поверхности; *б* — основание

Учебное задание 3 содержит построение развертки поверхности конуса. Конус (рис. 26) состоит из двух частей: круга радиусом r и кругового сектора (развертка боковой поверхности конуса) радиусом R, равным длине образующей. Развертку поверхности конуса можно разметить двумя способами. При первом способе за базу развертки берут угол A кругового сектора (рис. 27). Зная радиус $r = 30$ мм основания конуса и длину $R = 90$ мм образующей конуса, разметку выполняют в следующей последовательности.

1. Угол BAC рассчитывают по формуле

$$BAC = 360\ r/R = 360 \cdot 30/90 = 120°.$$

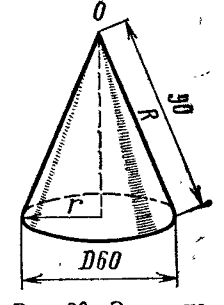


Рис. 26. Эскиз конуса

2. Из произвольной точки O наносят две риски OB и OC под углом 120° друг к другу (рис. 27, *а*).
3. Раствор циркуля устанавливают на размер $R = 90$ мм и из точки O наносят дугу до пересечения с угловыми рисками, образуя точки B и C.
4. Для получения полной развертки конуса к круговому сектору добавляют припуск на шов (штриховой контур на рис. 27, *а*).

При втором способе за базу разметки принимают длину дуги кругового сектора. Последовательность выполнения задания заключается в следующем.

1. Из точки O радиусом $R = 90$ мм наносят часть окружности — дугу B (рис. 27, *б*).

2. Окружность основания конуса делят на произвольное число равных частей, например на 16 равных дуг, где $a = 1/16$.

3. На дуге *C* из произвольной точки *A* 16 раз откладывают дугу *a* и получают точку *B*.

4. Прочерчивают прямые риски *A—O* и *O—B* и получают развертку боковой поверхности.

5. Для получения полной развертки конуса устанавливают припуск на швы (штриховая линия на рис. 27, *б*).

6. Размечают основание конуса. Для этого из произвольной точки наносят окружности $r = 30$ мм и $r = 30$ мм + припуск на шов и тем самым завершают разметку второй детали конуса (рис. 27, *в*).

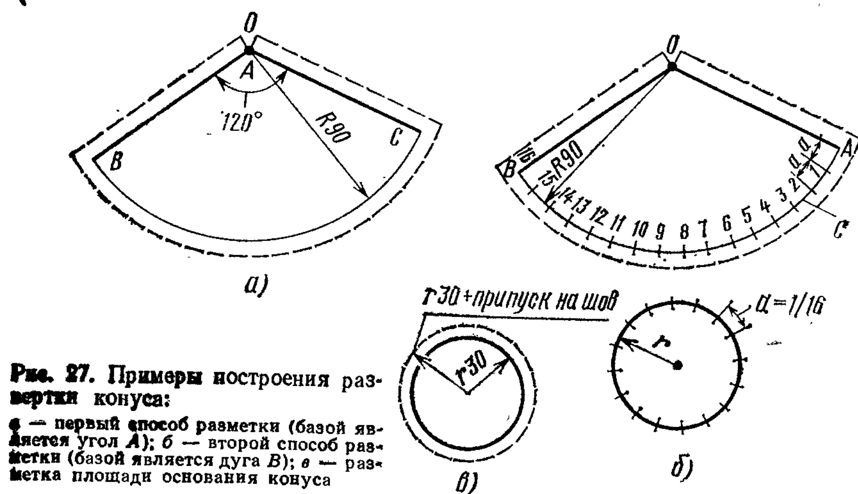


Рис. 27. Примеры построения развертки конуса:

а — первый способ разметки (базой является угол *A*); *б* — второй способ разметки (базой является дуга *B*); *в* — разметка площади основания конуса

Кернение разметочных линий. Операция кернения заключается в выполнении кернером небольших углублений по линиям — рискам. Рабочая часть разметочных кернеров имеет угол заточки конусной части 45 или 60°.

Кернение необходимо главным образом для контроля правильности произведенной обработки. Расстояние между керновыми углублениями выбирают на глаз в зависимости от длины и вида разметочных линий: на прямых линиях — на расстоянии 15—20 мм; на окружностях и дугах — на расстоянии 5—10 мм. Точки сопряжения и пересечения обязательно кернят. На обработанных поверхностях точных изделий разметочные риски не кернят.

Учебное задание 1 содержит кернение рисок обыкновенным кернером (рис. 28). Последовательность выполнения задания.

1. Размечаемую заготовку укладывают на плиту таким образом, чтобы риска, подлежащая кернению, была направлена прямо к работающему. Молоток держат правой рукой, а кернер — левой.

2. Установку кернера на риску и кернение выполняют в два приема. Сначала при установке кернера на риску (рис. 28, *а*) работающий наклоняет его немного от себя, устанавливая острие точно

на середину риски или же в точку пересечения. Затем, не сдвигая кернер с риски (рис. 28, *б*), работающий ставит его перпендикулярно разметочной плоскости и наносит по кернеру легкий кистевой удар молотком (рис. 28, *в*).

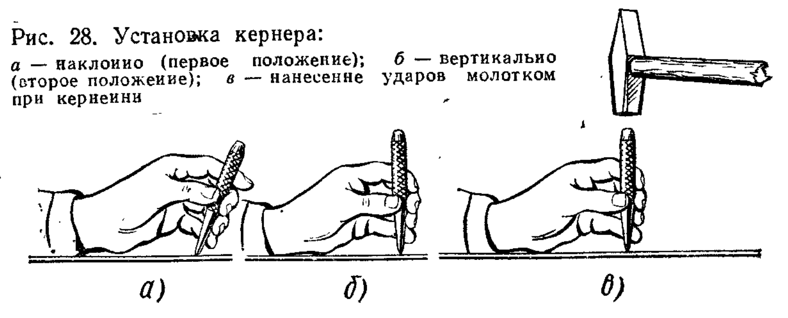


Рис. 28. Установка кернера:

а — наклонно (первое положение); *б* — вертикально (второе положение); *в* — нанесение ударов молотком при кернении

Перемещая кернер для последующего кернового углубления, следует вторично установить острие в углубление риски и почти без усилия переместить его по риске на необходимое расстояние. Острие кернера в этом случае, не сбиваясь с направления, хорошо скользит по риске.

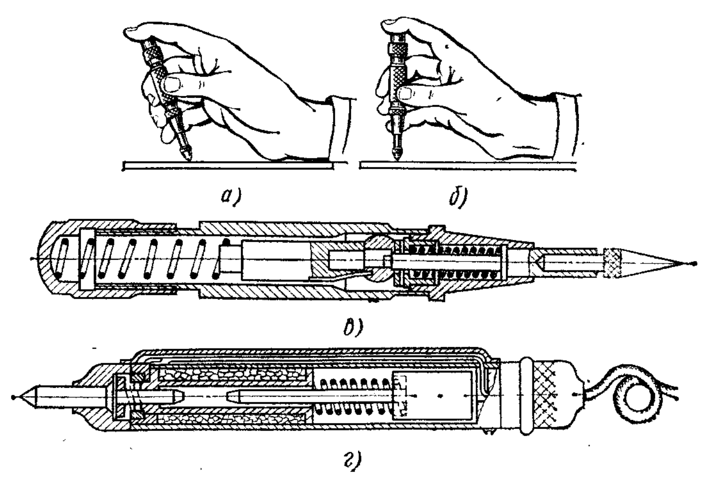


Рис. 29. Прием работы пружинным или электрическим кернером:

а — установка кернера на риску с наклоном; *б* — вертикальная установка и нанесение керновых углублений; *в* — пружинный кернер; *г* — электрический кернер

Подобный прием при перемещении может быть применен и к перекрещивающимся рискам, где при перемещении острие кернера найдет точку углубления двух пересекающихся рисок.

Учебное задание 2 заключается в кернении разметочных рисок пружинным или электрическим кернером (рис. 29). Эти кернеры по сравнению с обыкновенными обеспечивают повышенную точность

кернения и получения мелких углублений одинакового размера, повышают производительность труда, облегчают труд работающего.

Задание выполняют в следующей последовательности.

1. Острие ударника пружинного кернера устанавливают точно на середину углубления риски или в точку пересечения рисок, немного наклоняя кернер на себя (рис. 29, *а*).

2. Пружинный кернер устанавливают перпендикулярно размечаемой плоскости, не перемещая острие кернера с риски (рис. 29, *б*).

3. Пальцами руки легко нажимают на колпачок. Под действием сжатой пружины произойдет удар по стержню ударника, острие

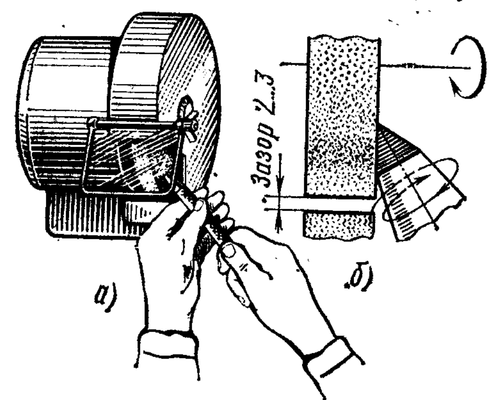


Рис. 30. Заточка кернера:
а — положение рук; *б* — размещение конусной части на плоскости абразивного круга

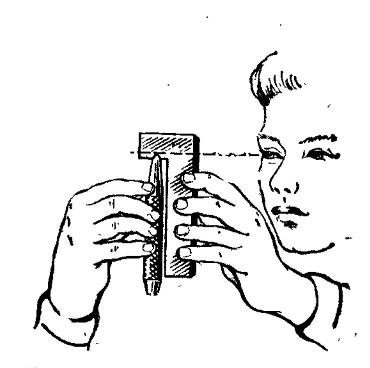


Рис. 31. Проверка заточки кернера по шаблону

которого сделает керновое углубление. Силу удара бойка кернера регулируют поворотом колпачка (сжимая или ослабляя пружину). Все конусные углубления имеют одинаковый размер, так как сила удара при одной регулировке всегда одинакова.

4. Кернер отводят от поверхности размечаемой детали и возвращают его в исходное (рабочее) положение.

5. Кернер перемещают по риске и повторяют приемы установки и ианесения керновых углублений последовательно по длине линий разметки.

Последовательность работы электрическим кернером аналогична рассмотренной выше (для выполнения кернения необходимо нажать на корпус кернера вниз).

Заточка кернера, чертилки и ножек циркуля. Качество разметки во многом зависит от исправности и правильности заточки разметочного инструмента.

Прежде чем приступить к работе, необходимо изучить требования безопасности работы на заточных станках, изложенных в начале этой главы.

Кернеры (рис. 30) затачивают в следующей последовательности.

1. Надевают предохранительные очки и включают электродвигатель заточного станка.

2. Кернер берут левой рукой за середину, а правой рукой — за конец, противоположный затачиваемому.

3. Выдерживая угол наклона относительно шлифовального круга, с легким нажимом прикладывают кернер конусом к вращающемуся кругу, пальцами правой руки равномерно вращают кернер вокруг его оси. Положение оси кернера относительно круга не должно

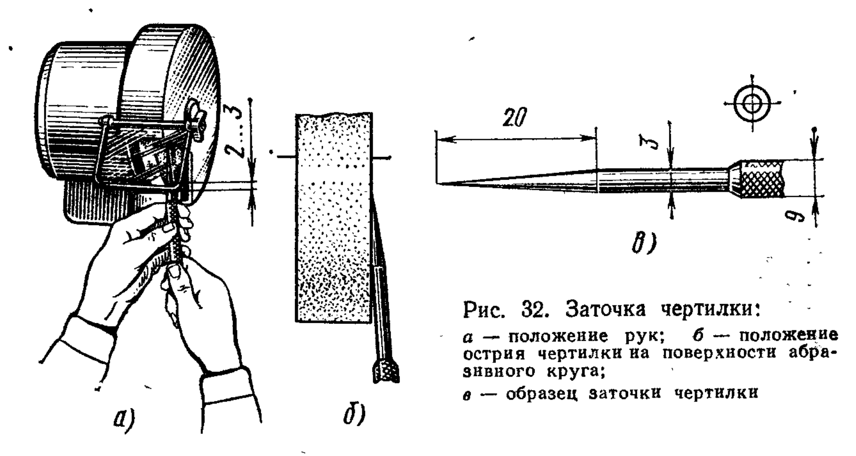


Рис. 32. Заточка чертилки:
а — положение рук; *б* — положение острия чертилки на поверхности абразивного круга;
в — образец заточки чертилки

изменяться до образования правильного конуса с острой вершиной. Острие кернера периодически охлаждают в воде, чтобы избежать отпуска его рабочей части.

4. Проверку правильности заточки осуществляют по шаблону (рис. 31).

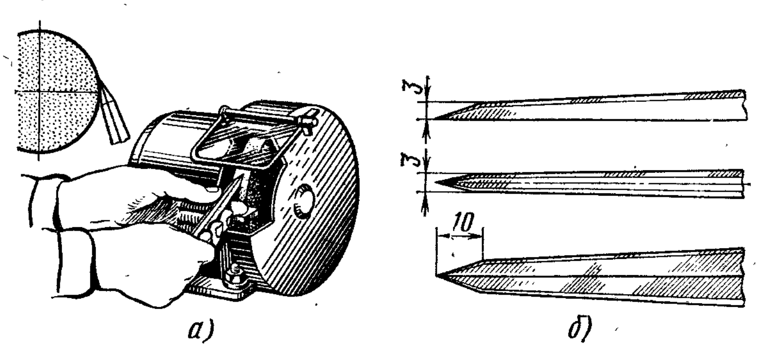


Рис. 33. Заточка ножек циркуля:
а — прием работы; *б* — образец заточки ножек циркуля

Чертилку (рис. 32) затачивают в той же последовательности, что и кернер.

Рассмотрим последовательность заточки ножек циркуля (рис. 33).

1. Циркуль берут левой рукой за середину, ниже дуги со стопорным винтом, а правой рукой — за шарнирное соединение двух ножек (ножки должны находиться в плотном соприкосновении).

2. С легким нажимом циркуль подводят к шлифовальному кругу таким образом, чтобы ножка циркуля находилась по отношению к кругу под определенным углом, и затачивают конец первой ножки; затем положение ножек меняют и затачивают конец второй ножки.

После заточки на шлифовальном круге острые концы ножек циркуля доводят на бруске, одновременно снимая заусенцы на внутренних плоскостях ножек и на боковых гранях конусной части.

При правильной заточке оба конца должны иметь одинаковую длину и конусность с вершиной угла у смежной плоскости соприкосновения ножек (рис. 33, *б*).

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Для чего и как подготавливают поверхности размечаемых заготовок?
2. Почему разметочные риски нужно наносить за один раз?
3. Как найти центр окружности на плоской заготовке?
4. Что называется базой при разметке деталей, и по каким условиям ее выбирают?
5. Каким кернером накернивают риски разметки, в каких местах и на каком расстоянии делают керновые углубления?
6. Какие требования безопасности труда надо соблюдать при заточке разметочных инструментов на заточном станке?

РУБКА

Требования безопасности труда. Перед проведением учебной работы по рубке инструктор производственного обучения обязан внимательно осмотреть весь инструмент и приспособления.

Инструменты, находящиеся в работе, должны соответствовать следующим условиям:

а) молотки должны быть прочно насажены на рукоятки и расклинены в отверстии стальными клиньями; рабочая поверхность молотка должна иметь гладкую, слегка выпуклую поверхность без трещин и отколов, а рукоятка — овальное сечение с равномерным утолщением к концу; поверхность рукоятки должна быть чистой и гладкой, без сучков, трещин и отколов; длина рукоятки для молотков массой 500—600 г должна быть 350—380 мм;

б) зубила и крейцмейсели не должны иметь трещин и отколов; ребра боковых сторон средней части должны быть закругленными и зачищенными, поверхность ударной части — гладкой и слегка выпуклой, длина зубила или крейцмейселя должна быть такой, чтобы его ударная часть находилась на расстоянии 25 мм от большого пальца. Угол заострения зубила и крейцмейселя колеблется в пределах 45—60—70° в зависимости от твердости обрабатываемого металла. Режущая кромка зубила должна представлять собой прямую или слегка выпуклую линию с одинаковой шириной фасок.

Во время занятий инструктор должен уделять особое внимание установке в тисках тяжелых деталей, так как они легко вырываются из тисков и могут вызвать ушибы рук и ног обучающихся. Инструктор

должен также следить за тем, чтобы обрубаемые куски металла отлетали в сторону защитной сетки, а работающий имел защитные очки. Для предохранения рук от повреждений (в начальный период обучения) на зубило следует надеть предохранительную резиновую шайбу. Перед началом работы на заточных станках инструктор должен проверить знание обучающимся требований по безопасной работе на заточных станках, изложенных в гл. 2.

Рассмотрим общие требования безопасной работы ручными пневматическими инструментами.

1. Запрещается:

а) работать пневматическим инструментом без рукавиц;

б) держать пневматический инструмент за шланг или рабочий инструмент и работать им на приставной лестнице;

в) производить ремонт и частичную разборку пневматического инструмента без отключения его от воздухопровода;

г) вставлять и вынимать рабочий инструмент во время работы пневматического инструмента.

2. Шланг не должен иметь изломов, разрывов и потертостей.

3. Следует избегать натяжения, петления и перекручивания шланга.

4. Присоединять резиновый шланг к пневматическому инструменту можно только при закрытом кране воздухопровода на подводящей линии.

5. Прежде чем отсоединить шланг от пневматического инструмента, следует закрыть кран, подающий сжатый воздух из воздухопровода в шланг (сжатый воздух, выходящий из отверстия шланга, может вырвать шланг из рук и вызвать травму).

6. Необходимо проверять на прочность закрепление всех частей инструмента, наличие смазочного материала в подшипниках и трущихся частях.

Кроме общих существуют и дополнительные требования безопасности труда. Например, при работе пневматическим молотком: а) необходимо надевать защитные очки; место рубки ограждать металлической сеткой; б) при регулировании числа ударов нельзя пробовать молоток, поддерживая боек руками, он может вылететь из молотка и нанести травму; в) подачу воздуха в пневматический инструмент можно производить только после установки молотка в рабочее положение.

Кистевой удар молотком. При рубке металла качество обработки зависит от правильных приемов работы ударным инструментом (молотком). Сила удара определяется характером выполняемой работы и зависит от массы молотка, длины рукоятки, величины взмаха и скорости движения молотка.

На рабочем месте молоток должен лежать с правой стороны тисков и быть повернутым к ним круглым бойком. Тренировочное приспособление для ударов размещается с левой стороны тисков зажимной частью к работающему. Приспособление устанавливают в средней части губок тисков. Губки зажимают только усилием рук, а не массой всего тела.

Производительность труда и снижение утомляемости зависят от сохранения правильного положения ступней ног и корпуса работающего. Высота положения тисков должна соответствовать росту работающего, и при вертикальном положении корпуса работающего и горизонтальном положении локтевой части руки, лежащей на губках тисков, угол между локтевой и плечевой частью руки должен быть равен 90°.

При рубке следует стоять прямо и устойчиво, вполоборота к тискам

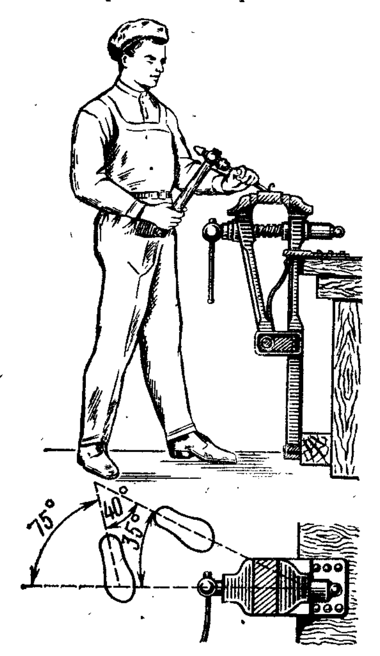


Рис. 34. Положение ступней ног и корпуса работающего при рубке

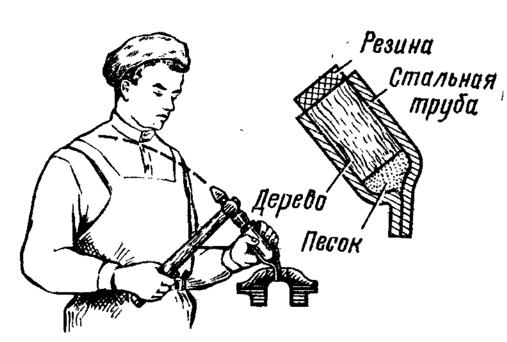


Рис. 35. Движение руки при кистевом ударе и приспособление для нанесения ударов

(рис. 34), а молоток держать в правой руке на расстоянии 15—30 мм от конца ручки.

Тренировочное приспособление держат левой рукой на расстоянии 30 мм от ударной части (рис. 35). Кистевой удар осуществляется движением только кисти руки без сгибания локтя (рис. 36, *а*).

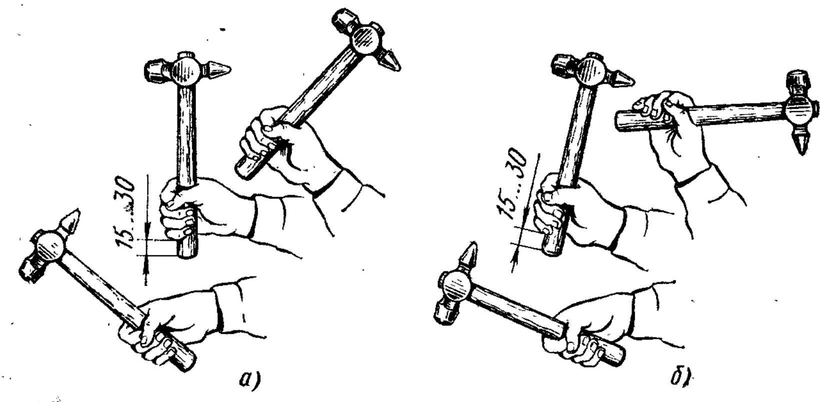


Рис. 36. Способы держания молотка при рубке:
а — без разжатия пальцев; *б* — с разжатием пальцев

Существует кистевой удар, при котором в начале взмаха при движении кисти руки вверх рукоятку молотка держат всеми пальцами с незначительным разжимом трех пальцев (рис. 36, *б*). При ударе сжимают все пальцы, изгибая кисть вперед, наносят удары по головке тренировочного приспособления.

Локтевой удар молотком. Упражнение предусматривает тренировочные движения молотком при локтевом ударе. Положения ступней ног, корпуса тела и держание левой рукой приспособления при этом упражнении такие же, как при выполнении кистевого удара. Удары молотком производят по головке приспособления с помощью сложного движения правой руки (рис. 37).

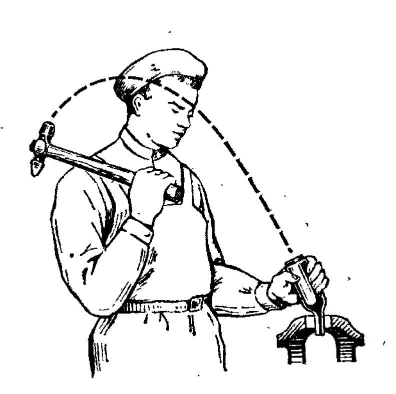


Рис. 37. Движение руки при локтевом ударе

Рис. 38. Движение руки при плечевом ударе

При взмахе молотком вверх сначала рука сгибается в запястье, а затем в локте. В момент завершения взмаха незначительно разжимаются мизинец, безымянный и средний пальцы. При нанесении удара сначала всеми пальцами сжимают ручку молотка, затем делают резкое движение локтевой части руки от себя и, наконец, выпрямляют запястье.

Плечевой удар молотком. Этот удар используется при рубке, когда необходимо наносить удары большой силы.

При нанесении плечевых ударов следует держать тренировочное приспособление левой рукой и наносить меткие удары молотком по ударной части приспособления. Движение правой руки надо осуществлять по следующей сложной схеме.

При взмахе руку сгибают одновременно в запястье, локте и плечевом суставе с полным охватом ручки молотка всеми пальцами руки. В момент завершения взмаха разжимают мизинец, безымянный и средний пальцы (рис. 38). При ударе плечевую часть руки резко опускают вниз, одновременно разгибают руку в локте, завершая удар распрямлением запястья.

Удар молотком по зубилу. Для выполнения этой работы зубило должно быть притуплено. На верстаке его размещают с левой стороны тисков режущей частью к работающему.

Чугунную плитку устанавливают горизонтально (выше уровня тисков на 5—10 мм). Упорная выемка для зубила должна быть расположена под углом 45° к боковым сторонам плитки (рис. 39, *а*).

Зубило следует держать в левой руке за среднюю часть таким образом, чтобы большой палец лежал на указательном (рис. 39, *б*). Расстояние от руки до ударной части и зубила 20—25 мм. (Правильное положение ног и корпуса было рассмотрено ранее.) Зубило устанавливают к упору на чугунной плитке под углом 45° к оси губок тисков и под углом 30—35° к горизонту. Во время нанесения кистевых ударов молотком по зубилу (рис. 39) обучающийся должен смотреть только на рабочую часть зубила. Чтобы предохранить левую руку от возможных ушибов при промахе, на зубило надевают резиновую шайбу.

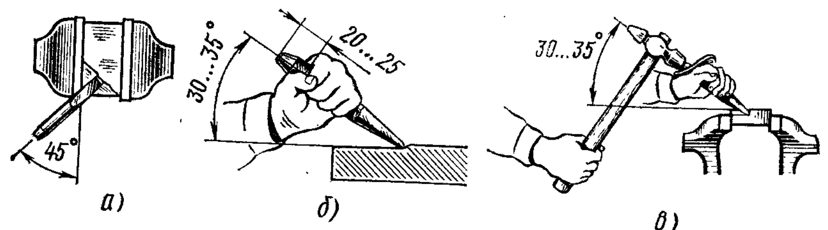


Рис. 39. Работа зубилом:
а — положение зубила на плитке; *б* — прием держания зубила; *в* — прием работы

Рубка листовой стали по уровню губок тисков. *Учебное задание 1* по срубанию большого припуска на листовом металле в тисках выполняется в следующей последовательности.

1. Размеченную заготовку устанавливают и зажимают между губками тисков таким образом, чтобы риска разметки находилась на уровне губок тисков.

2. Зубило берут в левую руку, молоток — в правую и принимают правильную стойку.

3. Зубило устанавливают к краю заготовки так, чтобы режущая кромка лежала на поверхности двух губок, а середина режущей кромки соприкасалась с обрубаемым материалом на $^2/_3$ ее длины. Угол наклона зубила к обрабатываемой поверхности должен быть равен 30—35° (рис. 40, *а*), а угол наклона зубила к оси губок тисков 45° (рис. 40, *б*). Подобная установка зубила обеспечивает наименьшую утомляемость работающего и не допускает повреждения поверхности губок и режущей части зубила.

4. Рубку производят только хорошо заточенным зубилом. Правой рукой точно и метко наносят удары молотком по зубилу и в промежутке между ударами перемещают зубило по заготовке. Особое внимание следует сосредоточить на режущей части зубила и срубаемой стружке, ослабляя удары в конце рубки до полного срубания металла по первой риске.

При этом способе рубки срубаемый слой всегда закручивается и в дальнейшем не используется.

После окончания рубки по первой риске кладут молоток и зубило на верстак, разжимают тиски, переставляют заготовку второй риской вверх на уровне губок и повторяют рубку. Таким же способом следует срубать излишек металла по другим рискам.

Учебное задание 2 по разрубанию материала в тисках по размеченным рискам выполняется в той же последовательности, что и рубка на уровне тисков, но с применением другого способа рубки, при котором листовой материал не деформируется.

1. Берут в руки зубило и молоток, принимают правильную стойку.

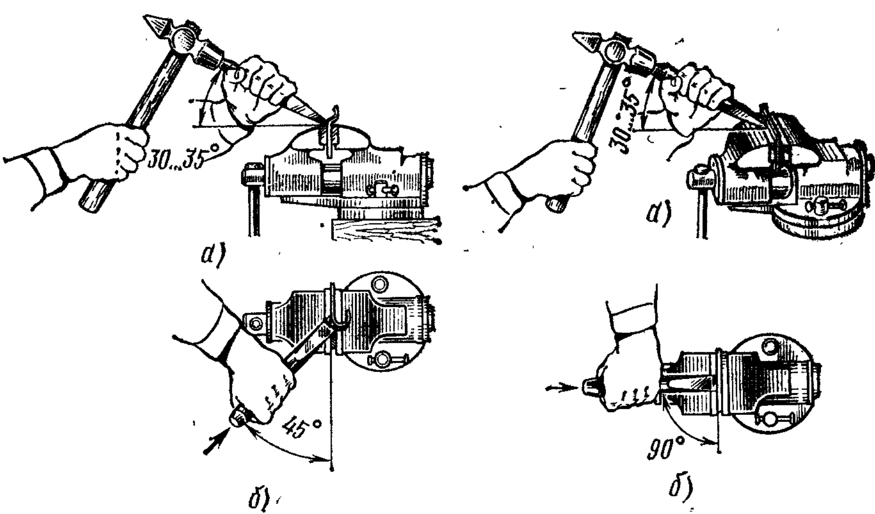


Рис. 40. Срубание металла по уровню губок тисков:
а — установка зубила под углом к горизонту; *б* — установка зубила под углом к оси губок тисков

Рис. 41. Разрубание металла по уровню губок тисков:
а — установка зубила под углом к горизонту; *б* — установка зубила под углом к оси губок тисков

2. Зубило устанавливают на краю заготовки так, чтобы грань режущей кромки зубила полностью соприкасалась с плоскостью заготовки, образуя угол наклона зубила к горизонту в 30—35° (рис. 41, *а*), а ось зубила была перпендикулярна к плоскости заготовки (рис. 41, *б*).

3. Правой рукой наносят слабые удары молотком по зубилу, а левой, в промежутке между ударами, перемещают зубило на рисунке на $^2/_3$ длины режущей кромки, выполняя предварительное надрубание по всей длине риски.

4. Рубку продолжают сильными ударами с перемещением зубила в несколько проходов (применяя локтевые и плечевые удары).

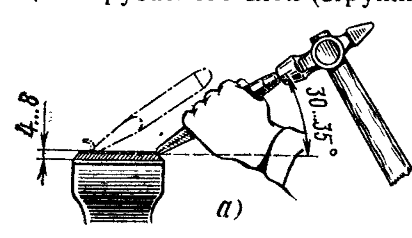
В конце разрубания силу удара ослабляют до полного отделения одной части металла от другой.

Листовой материал толщиной 3—5 мм разрубают в два приема. Сначала делают глубокое (не менее половины толщины листа) надрубание с одной стороны заготовки, а затем переворачивают ее дру-

гой стороной и разрубают окончательно, сочетая удары молотка с перемещением зубила.

Рубка стали выше уровня губок тисков. Рассмотрим прием рубки полосового или толстого листового материала по рискам, расположенным выше уровня тисков.

1. Риски, ограничивающие величину срубания, размечают разметочными инструментами. На производительность рубки, точность обработки и шероховатость обработанной поверхности влияет толщина срубаемого слоя (стружки), поэтому практически установлено, что толщина стружки не должна превышать 0,5—1 мм. После разметки рисок на двух сторонах заготовки наносят наклонные риски (скосы), являющиеся исходной плоскостью в начальный момент рубки.



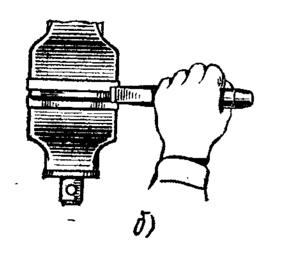


Рис. 42. Уставовка зубвла при срубании металла выше уроввя губок твсков:
а — под углом к горизонту; *б* — по оси губок тисков

2. Заготовку зажимают в тисках и ранее изученным приемом (рубка по уровню тисков) срубают скосы.

3. Заготовку устанавливают в средней части между губками тисков так, чтобы риска была иаправлена параллельно губкам и расположена выше их уровня на 4—8 мм. При этом приеме рубки особое внимание должно быть уделено надежности закрепления заготовки в тисках для предотвращения смещения ее между губками.

4. Взяв в руки зубило и молоток, принимают рабочее положение: среднюю часть режущей кромки зубила устанавливают на грань скоса (строго по первой риске). Угол наклона зубила к обрабатываемой поверхности должен составлять 30—35° (рис. 42, *а*), а по отношению к оси губок тисков должен быть расположен вдоль срубаемого слоя (рис. 42, *б*).

5. При рубке металла наносят локтевые удары. По мере срубания стружки левая рука с зубилом будет перемещаться вдоль кромки заготовки. Обычно при рубке приходится регулировать угол наклона зубила к горизонтальной плоскости.

При большом угле наклона режущая кромка зубила будут врезаться в заготовку, снимая толстую стружку, а при малом угле — срывать слой металла. Подтверждением правильности выбора угла наклона зубила явится равномерная по толщине стружка. В конце рубки силу удара ослабляют, чтобы избежать срыва зубила и повреждения рук.

Такими же приемами производят рубку по следующим рискам. Прямолинейность плоскости среза проверяют линейкой.

Рубка металла навесным ударом. Рубка навесным ударом является наиболее эффективной и применяется для заготовок больших размеров, когда невозможно применить рубку в тисках.

Учебное задание 1 по рубке полосового и круглого металла на наковальне (плите) выполняют в следующей последовательности.

1. Разметочными инструментами (чертилкой и измерительиой линейкой) проводят риски, по которым будет производиться разрубание.

2. Полосовой или круглый металл укладывают на плиту или наковальню; режущие кромки зубила устанавливают на риску при вертикальном положении зубила; металл предварительно надрубают ударом средней силы молотка по зубилу; сильными плечевыми ударами надрубают полосу до половины толщины (рис. 43), переворачивают ее и надрубают с другой стороны; устанавливают место надруба у кромки плиты и, нажимая руками, производят излом.

Рис. 43. Рубка металла вавесвым ударом

Учебное задание 2 по вырубанию заготовок из листовой стали.

1. Зубило затачивают таким образом, чтобы режущая кромка была закругленной.

2. Заготовку размечают по шаблону или путем геометрического построения, затем параллельно размеченному контуру (на расстоянии 1—2 мм от первой риски) наносят вторую риску.

3. Для вырубания заготовки зубило устанавливают наклонно по второй риске разметки (рис. 44, *б*).

После проверки правильиого положения на риске зубило устанавливают в вертикальное положение (рис. 44, *в*) и наносят по нему легкие удары молотком, перемещая вдоль разметки. Аналогичным образом производят предварительное надрубание всего контура (рис. 44, *а*). После предварительного надрубания следует продолжать рубку сильными плечевыми ударами с одной стороны заготовки на глубину более половины толщины листа. Число проходов зависит от толщины заготовки.

При рубке навесным ударом необходимо действовать обеими руками: правой рукой точно и метко наносить сильные удары молотком по зубилу, а левой рукой перемещать зубило (в промежутке между ударами) вдоль предварительного надруба. Каждый сдвиг зубила по заготовке не должен превышать $^2/_3$—$^3/_4$ длины его режущей кромки.

Для окончательной вырубки необходимо перевернуть заготовку другой стороной (по заметным следам рубки), устаиовить режущую кромку зубила так, чтобы она не касалась плоскости плиты.

4. Качество рубки проверяют визуально, особое внимание обращая на величину припуска, оставленного для дальнейшей обработки, на отсутствие надрубов, изгибов заготовки, полученных в процессе рубки.

Вырубание крейцмейселем прямых пазов. Вырубание в металле прямых пазов на заданную глубину выполняется в следующей последовательности.

1. Все боковые поверхности чугунной плитки окрашивают меловым раствором и просушивают, наносят риски (расстояние между канавками должно быть не более 10 мм).

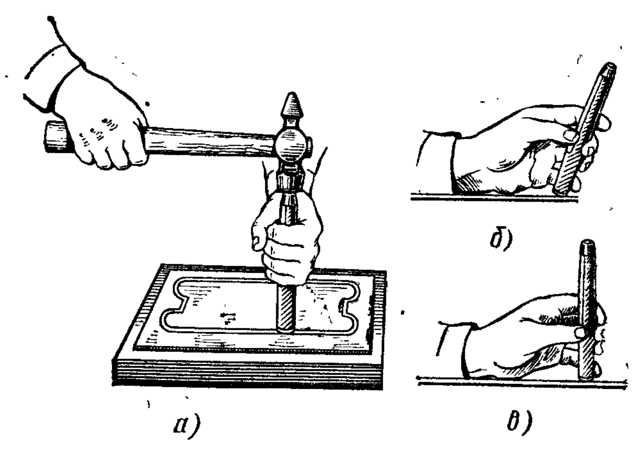


Рис. 44. Вырубание заготовок навесным ударом и установка зубила:

а — прием работы; *б* — установка с наклоном; *в* — вертикальная установка

2. В тисках плитку размещают таким образом, чтобы риска, определяющая глубину паза, располагалась над уровнем губок тисков не менее чем на 5 мм. Крейцмейсель следует держать в левой руке за среднюю часть, свободно обхватывая его всеми пальцами так, чтобы большой палец лежал на указательном. Расстояние от руки до ударной части крейцмейселя должно быть не менее 20—25 мм (рис. 45, *а*).

3. Режущую кромку крейцмейселя устанавливают наклонно у кромки плитки по направлению рисок и на углах плитки в местах расположения пазов вырубают наклонные фаски (рис. 46).

Одним из главных условий в прорубании пазов является заточка крейцмейселя с поднутрением, что обеспечивает получение чистых кромок канавок (см. рис. 45, *б*).

4. Режущую кромку крейцмейселя устанавливают на плоскость фаски (см. рис. 45, *в*), и, ударяя молотком по ударной части крейцмейселя, прорубают по рискам предварительную канавку на глубину не более 1 мм. Для удобства рубку следует начинать с правой канавки. При последующих проходах необходимо последовательно

снимать слой металла толщиной не более 1 мм, оставив около 0,5 мм для чистовой рубки.

Аналогичным способом прорубают остальные канавки. Затем, нанося более легкие удары молотком по крейцмейселю, выполняют чистовую обрубку (выравнивание) всех канавок. Прямолинейность боковых сторон проверяют линейкой, глубину канавки — измерительной линейкой.

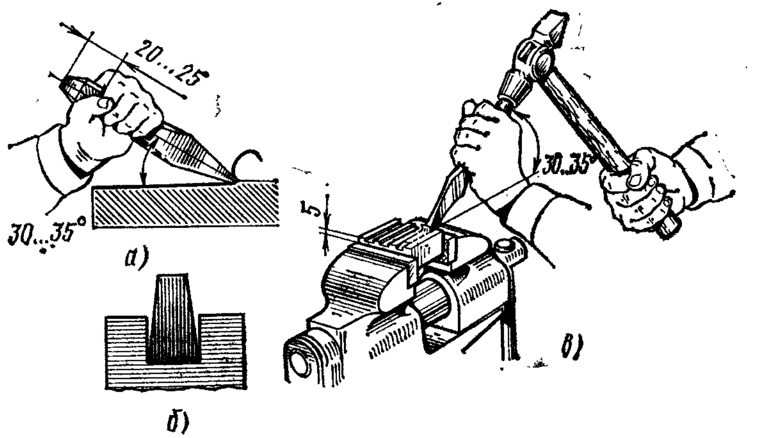


Рис. 45. Вырубание крейцмейселем прямых пазов:

а — прием держания крейцмейселя; *б* — заточка крейцмейселя с поднутрением; *в* — прием работы

Срубание слоя металла с широких поверхностей. Если с поверхности вручную необходимо срубить слой металла, то на ней прорубают ряд канавок на глубину снимаемого слоя, а затем срубают образовавшиеся выступы, причем ширина выступов должна соответствовать длине режущей кромки зубила.

Срубание выступов выполняют в следующей последовательности.

1. Чугунную плитку с вырубленными пазами зажимают в тиски так, чтобы риска на боковой кромке была выше уровня губок тисков на 5 мм.

Рис. 46. Срубание фасок

2. Для удобства срубание выступов выполняют с правой стороны плитки. У края выступа устанавливают среднюю часть режущей кромки зубила под углом 45° к направлению паза и, нанося удары молотком по зубилу, срубают выступ до середины плитки (рис. 47).

Таким же приемом срубают остальные выступы металла, затем переворачивают плитку на 180° и срубают выступы с противоположной стороны, стараясь не допускать скалывания металла у кромки плитки. Во избежание вырыва в конце рубки силу удара следует уменьшить.

3. Вся плоскость выравнивается зубилом, по которому наносят слабые удары молотком, снимая стружку толщиной не более 0,5 мм.

Плоскость должна быть сравнительно гладкой и ровной.

Вырубание крейцмейселем криволинейных пазов. Для смазывания трущихся поверхностей в различных машинах и механизмах приходится выполнять специальные криволинейные пазы (канавки) с сечением различной конфигурации. Операция вырубания крейцмейселем криволинейных пазов требует большей аккуратности и внимательности по сравнению с операцией вырубания прямых пазов и выполняется в следующем порядке.

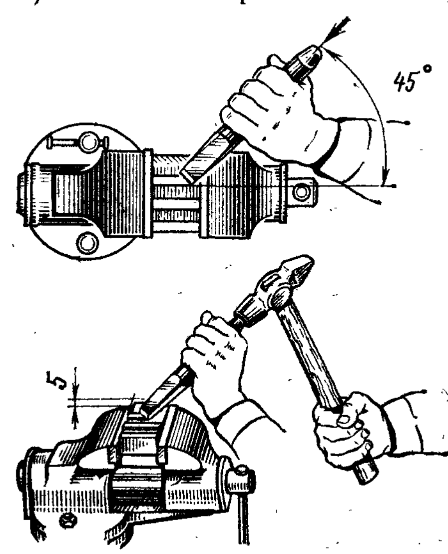


Рис. 47. Срубание слоя металла с широких плоскостей

1. Верхнюю плоскость чугунной плитки окрашивают раствором купороса. Разметочными инструментами (циркулем и измерительной линейкой) на поверхность плитки наносят контуры канавок и накернивают их. На боковых сторонах, в местах выхода канавок, размечают полукруглое сечение.

2. Плитку зажимают в тисках так, чтобы риски глубины канавок были выше уровня губок иа 4—8 мм, а одна из боковых сторон (с выходом канавок) была обращена к работающему. При подготовке к рубке необходимо правильно заточить крейцмейсель, чтобы режущая кромка была закругленной, острой и соответствовала радиусу канавки.

3. Боковое поднутрение канавок выполняют опиливанием круглым напильником для образования скоса на глубину канавок у их

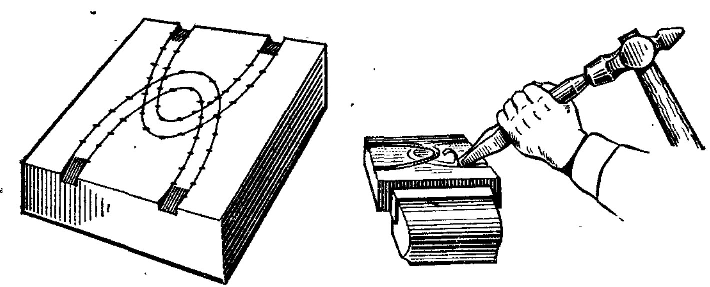


Рис. 48. Снятие фасок и вырубание криволинейных пазов

выхода и входа (рис. 48). Режущую кромку крейцмейселя устанавливают на скос между рисками, наносят легкие удары молотком по крейцмейселю, направляя его между рисками для нанесения следа канавки глубиной до 0,5 мм. Эта операция выполияется сначала

от одного края плиты до середины канавки, а затем встречно от другого края до середины.

Глубина последующих проходов 1 мм, предварительный припуск на чистовую рубку около 0,5 мм. Чистовую рубку выполняют с двух концов, выравнивая имеющиеся неровности и придавая канавкам одинаковую глубину и шероховатость.

4. Повторяя приемы по прорубанию первой канавки, последовательно прорубают вторую канавку.

Качество вырубания канавок определяют по шероховатости радиусной поверхности, а ширину и глубину канавок — по радиусному шаблону.

Работа ручным пневматическим рубильным молотком. Для механизации рубки, клепки и чеканки применяют пневматические рубильные и клепальные молотки. Рубку металла пневматическим молотком выполняют в следующей последовательности.

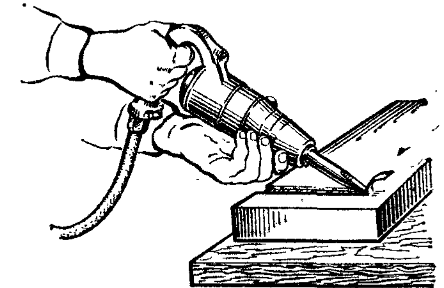


Рис. 49. Прием работы пневматическим рубильным молотком

1. Перед началом работы пневматическим молотком изучают требования безопасности, повторяют общие приемы и способы подготовки пневматического инструмента.

2. Отверстие втулки и хвостовик зубила протирают начисто; проверяют положение втулки, которая должна быть плотно посажена в отверстие; зубило устанавливают во втулку с плотной посадкой.

3. Через специальное отверстие в корпус молотка заливают смазочный материал, нажимают курок и через открытое отверстие смазочный материал вводят во внутренние рабочие части.

4. Надевают рукавицы и защитные очки; принимают рабочее положение; правой рукой берут рукоятку молотка, накладывая большой палец на курок, а левой — держат корпус молотка (рис. 49).

5. Режущую кромку зубила устанавливают иа место рубки; нажимают на курок и срубают слой металла. Зубило при рубке ставят под углом 30—35° к обрабатываемой поверхности. Рубку выполняют только остро заточенным зубилом.

При переносе пневматического молотка нельзя допускать натяжки, петления и перекручивания шланга. После окончания рубки следует перекрыть кран трубопровода и отключить пневматический молоток от воздушной магистрали, вынуть рабочий инструмент, очистить молоток от пыли, грязи и начисто протереть; тщательно смотать шланг.

Заточка зубила и крейцмейселя. Качество рубки металла зависит от исправности и правильной заточки режущего инструмента. Угол заострения выбирают в зависимости от вида обрабатываемого металла:

70° — для чугуна и бронзы; 60° — для стали; 45° — для меди и латуни.

Зубило или крейцмейсель затачивают на заточном станке в следующей последовательности.

1. Сначала изучают требования безопасности труда при работе на заточных станках, затем осматривают заточный станок и подготавливают его к пуску.

2. Одевают предохранительные очки и включают двигатель заточного станка.

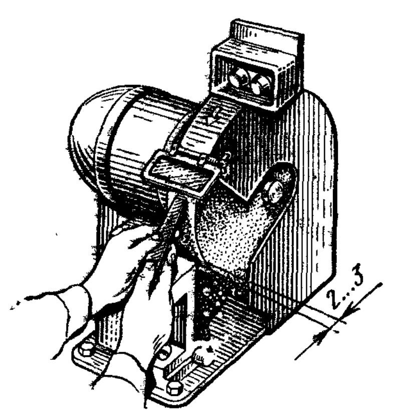


Рис. 50. Заточка зубила и крейцмейселя на заточном станке

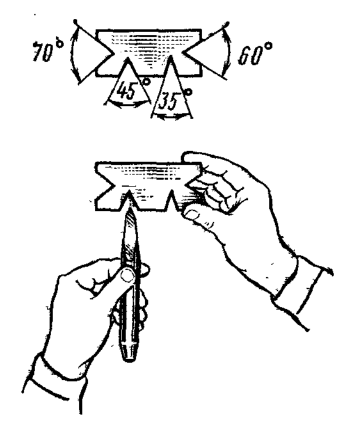


Рис. 51. Проверка угла заточки зубила по шаблону

3. Зубило или крейцмейсель берут в руки (рис. 50), плавно подводят режущую кромку к цилиндрической поверхности шлифовального круга (навстречу движению).

4. Зубило или крейцмейсель с легким нажимом медленно передвигают влево и вправо по всей ширине круга, попеременно затачивая то одну, то другую поверхность. При заточке необходимо следить за тем, чтобы режущая кромка была прямолинейна, а скосы режущих поверхностей были симметрично расположены относительно оси зубила или крейцмейселя. Для уменьшения нагрева во время заточки конец зубила или крейцмейселя периодически охлаждают в воде.

Проверяют качество заточки: а) величину угла заострения контролируют с помощью плоского шаблона с угловыми вырезами 70, 60, 45° — на просвет (рис. 51); б) прямолинейность режущей кромки проверяют линейкой; в) правильность заточки угла заострения по отношению к оси зубила устанавливают на глаз.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Перечислите основные приемы рубки металла и то, когда применяют кистевой, локтевой и плечевой удары?
2. В каких случаях применяют в работе зубило и крейцмейсель?

3. Каковы углы заострения зубила и крейцмейселя для рубки чугуна, алюминия?
4. Как вырубить заготовку из листовой стали и зачем режущую кромку у зубила закругляют?
5. Каковы требования безопасной работы при ручной рубке и заточке зубила и крейцмейселя?

ПРАВКА И ГИБКА

Требования безопасности труда. Инструменты, находящиеся в работе, должны соответствовать следующим условиям.

1. Рабочая поверхность деревянного молотка должна иметь гладкую, ровную поверхность, без трещин и отколов. Молотки должны быть изготовлены из дерева твердой породы (береза, бук, клен, дуб) и не иметь сучков.

2. Правильные плиты с гладкой и ровной рабочей поверхностью должны быть установлены на прочном основании.

Во время работы инструктор должен уделять особое внимание установке и закреплению в тисках круглых и плоских оправок, так как они могут вырываться из тисков и вызывать ушибы рук и ног. Для предохранения рук от повреждений при правке работать следует в рукавицах.

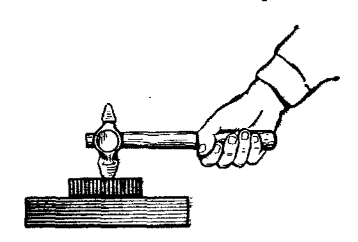


Рис. 52. Правка молотком со сферическим бойком

Правка полосового металла, изогнутого по плоскости. Упражнение по правке полосового металла обычно выполняют на чугунной или стальной плите, применяя различные молотки. Для правки чисто обработанных стальных полос и полос из цветных металлов применяют деревянные молотки, молотки с мягкими вставками (медными, свинцовыми, алюминиевыми) и стальные молотки, нанося ими удары по деревянным или мягким металлическим прокладкам. При правке и гибке металла лучше пользоваться молотком с круглым, хорошо отшлифованным бойком, нанося удары центральной выпуклой сферой бойка (рис. 52). Молотки с квадратным бойком применять не рекомендуется, так как во время ударов по металлу от его углов могут оставаться следы в виде забоин.

Правку по плоскости выполняют в следующей последовательности.

1. Определяют на глаз выпуклые части полосы (рис. 53), отмечая их границы мелом.

2. На левую руку надевают рукавицу. В правую берут молоток, в левую — полосовую сталь и принимают рабочее положение. Стоять при правке надо прямо, свободно и устойчиво.

3. Полосу располагают на правильной плите выпуклостью вверх, с контактом в двух местах (рис. 54), так как при неплотном прилегании в момент удара молотком возможна отдача в левую руку.

4. Удары молотком наносят по краям выпуклых частей, постепенно приближаясь к середине изгиба. Необходимо регулировать силу удара в зависимости от толщины полосы и величины кривизны; чем больше искривление и чем толще полоса, тем сильнее должны быть удары. По мере выправления полосы следует ослаблять силу

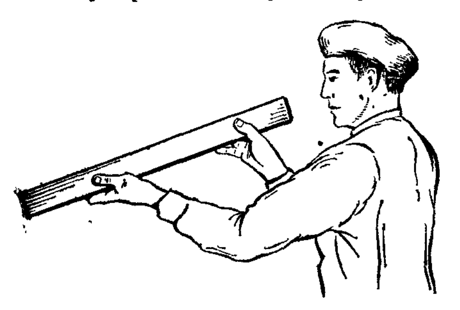


Рис. 53. Проверка результатов правки на глаз

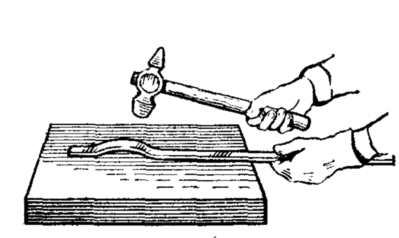


Рис. 54. Прием правки стальной полосы на плоскость

ударов и чаще поворачивать полосу с одной стороны на другую до полного ее выправления; во время нанесения ударов молотком следует смотреть только на место удара.

Если имеется несколько выпуклостей, то сначала выправляют крайние, а затем выпуклости, расположенные в середине полосы.

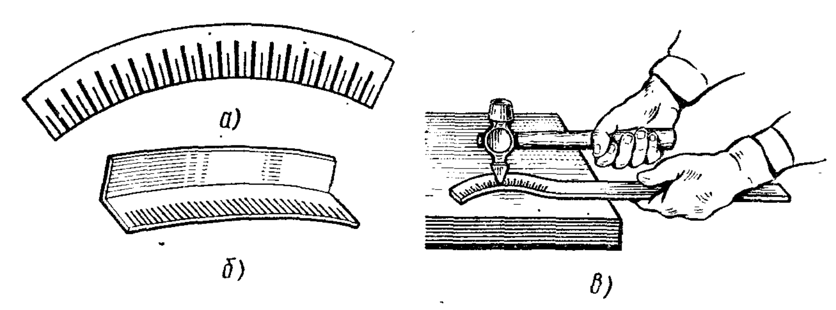


Рис. 55. Правка полосовой стали по ребру:
а — схема нанесения ударов при правке полосы на ребро; *б* — схема нанесения ударов при правке угловой стали, изогнутой по узкой грани; *в* — прием работы

Правка полосового металла со спиральным изгибом и с изгибом по ребру. *Учебное задание 1* по правке полосового металла, изогнутого по ребру, выполняют следующим образом.

1. На полосе линейкой или на глаз определяют кривизну, отмечая ее границы мелом.

2. Широкой плоскостью полосу кладут на плиту и наносят удары поперек полосы по краю вогнутой стороны. Удары должны равномерно наноситься по всей плоскости вогнутой стороны (рис. 55). Наносить сильные удары нельзя из-за возможности вмятин и забоин на поверхности.

3. Уменьшают силу ударов и наносят их на вогнутой части в других местах (рис. 55, *а*), полоса односторонне вытягивается за счет «разгона» металла, принимая прямолинейную форму.

Этот способ применяется также при правке угловой стали небольшой кривизной полки (рис. 55, *б*). Правка кривизны по ребру вызывает деформацию полосы по плоскости, поэтому приходится сочетать правку на прямолинейность по ребру и плоскости.

Учебное задание 2 по правке полосового металла со спиральной кривизной выполняют следующим образом.

1. Один конец заготовки закрепляют в тиски, а второй зажимают в ручных тисках.

2. Между губками тисков вставляют рычаг (стержень) и поворотом с равномерным усилием разворачивают изгиб до полного выпрямления спиральной кривизны (рис. 56). В случае необходимости окончательную правку производят на плите.

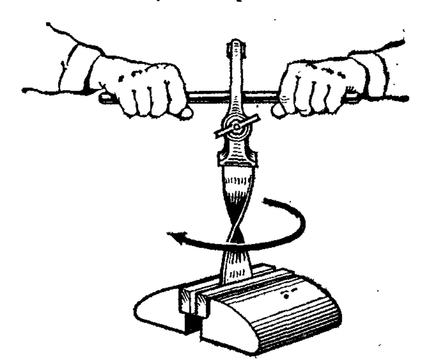


Рис. 56. Прием правки спирального изгиба

Результат правки полосы проверяют на глаз (см. рис. 53), с помощью проверочной плиты, для чего выправленную заготовку кладут на плиту, контролируя их плотное прилегание по всему периметру, или с помощью линейки — качество правки определяется равномерным просветом между линейками и плоскостью заготовки по всей ее длине.

Правка металла круглого сечения. Правку металла круглого сечения осуществляют на плите, призмах или с помощью ручного пресса.

Учебное задание 1 по правке стального прутка круглого сечения на плите выполняется в следующем порядке.

1. На глаз определяют границы изгибов и делают отметки мелом.

2. На левую руку надевают рукавицу; в правую руку берут молоток с мягкими вставками, в левую — круглый пруток и принимают рабочее положение.

3. Пруток укладывают на плиту так, чтобы изогнутая часть находилась выпуклостью вверх.

4. Удары молотком наносят по выпуклой части от краев изгиба к средней его части (рис. 57), регулируя силу удара в зависимости от диаметра прутка и величины кривизны. По мере выправления кривизны силу удара ослабляют. Правку заканчивают легкими ударами, поворачивая пруток вокруг своей оси. При наличии нескольких изгибов сначала правят крайние изгибы, а затем расположенные в середине.

Учебное задание 2 заключается в правке прутка круглого сечения на призмах.

Пруток круглого сечения, расположенный на призмах, занимает устойчивое положение при правке. Этот способ правки используют для правки стальных труб. Для правки применяют деревянные молотки или используют подкладки.

Последовательность правки заключается в следующем.

1. Определяют границу изгиба, отмечая ее мелом.

2. На плите устанавливают две призмы.

3. Пруток располагают в призмах так, чтобы его изогнутая часть была обращена вверх, а пруток плотно лежал в угловых выемках призм.

4. Удары молотком наносят по выпуклой части прутка от краев изгиба до средней его части (рис. 58).

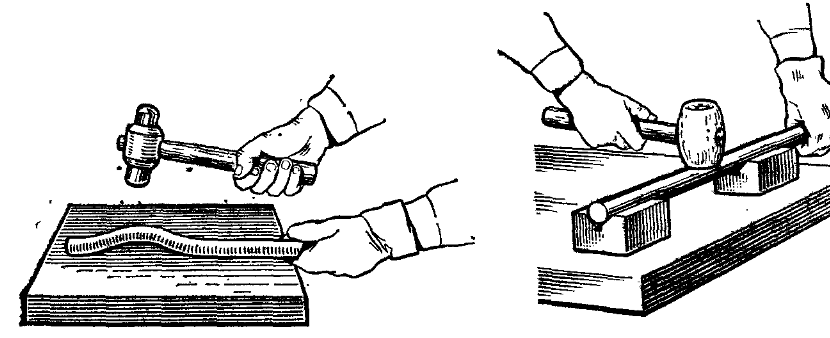


Рис. 57. Правка круглого прутка на плите

Рис. 58. Правка круглого прутка на плите с применением призм

Качество правки проверяют на глаз или путем катания прутка по плите, наблюдая при этом за плотностью касания поверхности прутка и поверхности плиты по всей его длине.

Правка листового металла на плите. Самой сложной операцией при правке листового металла является устранение выпуклостей, которые могут быть в различных местах заготовок. Если устранять их ударами молотка по выпуклости, то они не уменьшатся, а увеличатся. Поэтому листовую сталь правят в следующей последовательности.

1. Сначала определяют виды неровностей. Для этого лист укладывают на плиту, линейкой определяют места выпуклостей, границы выпуклостей обводят мелом.

2. Выбирают схемы нанесения ударов при правке. Схемы ударов можно изменять в зависимости от числа выпуклостей и их расположения.

При наличии одной выпуклости в середине листа удары наносят, начиная от края листа по направлению к выпуклости, изменяя силу и место ударов молотком (рис. 59). При правке листа с несколькими выпуклостями удары начинают наносить с промежутка между выпуклостями, постепенно к ним приближаясь. Если выпуклость расположена у края листа, удары следует наносить, начиная от середины листа к краям.

3. Для правки лист кладут на плиту выпуклостью вверх и поддерживая его левой рукой, правой наносят удары молотком (рис. 59).

Удары должны быть частыми, но не сильными, в результате чего ровная часть будет вытягиваться, а выпуклость постепенно исчезать. По мере приближения мест ударов к границам выпуклости

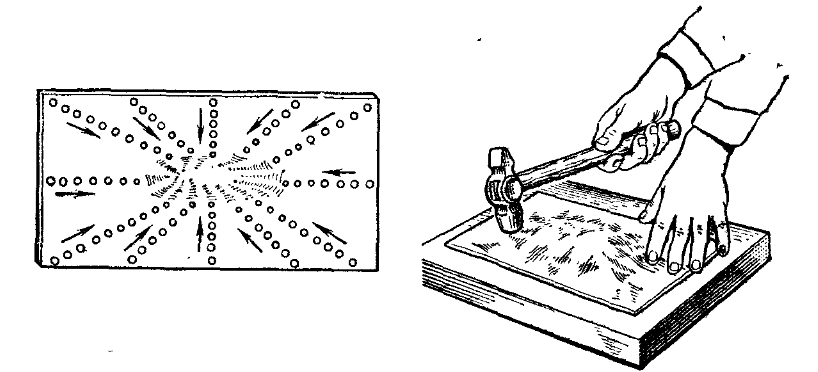


Рис. 59. Правка листовой стали молотком и схема нанесения ударов для правки выпуклости, расположенной в середине листа

они должны быть слабее. Правка продолжается до полного исправления выпуклости, затем лист переворачивают и легкими ударами молотка окончательно выправляют всю плоскость листа.

Листовую сталь толщиной до 1 мм и листовой цветной металл правят деревянными молотками или молотками с мягкими вставками в такой же последовательности. Качество правки проверяют линейкой.

Правка тонкого листового металла бруском на плите. Кроме ударов молотком, при правке применяют выглаживание тонких листов металла толщиной до 0,3 мм. Такую правку производят деревянными или металлическими брусками с ровной и гладкой рабочей поверхностью в следующем порядке.

Рис. 60. Правка тонкой листовой стали бруском

1. Лист металла укладывают на плиту выпуклостью вверх, плотно прижимая его левой рукой к поверхности плиты.

2. Правой рукой берут брусок, накладывают его на выпрямляемый лист с небольшим нажимом.

3. Брусок перемещают вдоль плоскости листа по всей его длине слева направо (рис. 60). В конце границы правки нажим на брусок ослабляют и движением в обратную сторону (без усилия) перемещают его в начальное положение. Эти движения повторяют до тех пор, пока лист полностью не выправится от выпуклостей, складок и других неровностей.

4. Лист поворачивают в плоскости плиты и завершают разглаживание одной стороны. (При одностороннем выглаживании листа бруском на его поверхности образуется вогнутость, подлежащая исправлению.)

5. Переворачивают лист другой стороной и повторяют разглаживание бруском всей плоскости.

6. В конце правки лист несколько раз переворачивают, повторяя разглаживание до его полного выпрямления.

Качество правки проверяют на глаз, располагая лист на ровной плоскости плиты.

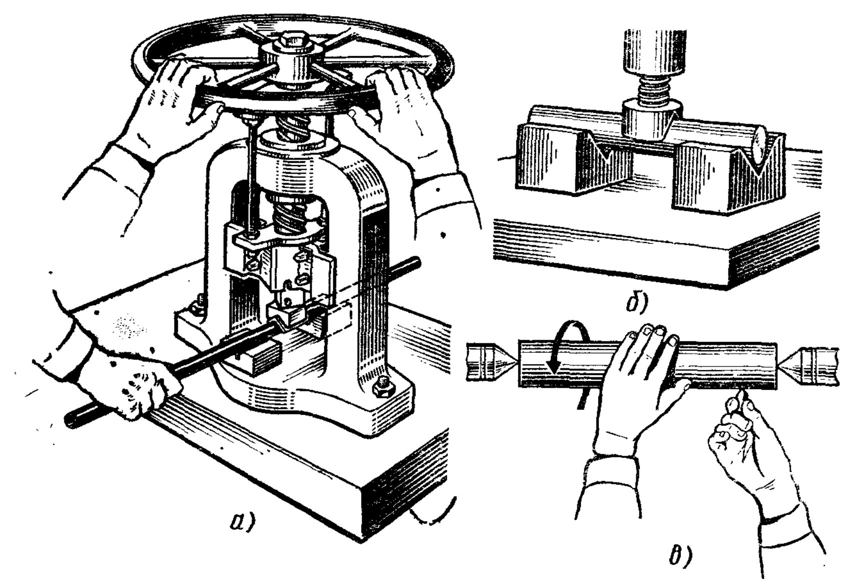


Рис. 61. Правка труб и валов на ручном винтовом прессе:
а — прием работы; б — положение наконечника на винте; в — проверка валика в центрах

Правка труб, валов и угловой стали на ручном винтовом прессе. Рихтовка закаленных деталей. В том случае, когда сила удара молотком не обеспечивает выполнение правки, применяют ручные винтовые прессы, с помощью которых можно выполнять операции по правке труб, валов, полосовой и угловой стали. Работу по правке выполняют двое рабочих: один вращает маховик пресса, а другой устанавливает и удерживает исправляемую заготовку и контролирует качество правки.

Учебное задание 1 по правке труб и валов выполняется в следующей последовательности.

1. На столе пресса устанавливают две призмы, на которых размещают изогнутый вал или трубу так, чтобы призматический наконечник на штоке пресса находился на месте наибольшей кривизны (рис. 61, *а*). Во избежание вмятин между наконечником и валиком помещают прокладки.

2. Маховик плавно вращают и подводят наконечник винта к месту изгиба. Затем винтом нажимают на исправляемый вал до тех пор, пока он выправится. Чрезмерные усилия при правке могут вызвать обратный изгиб вала или трубы, что усложнит дальнейшую правку.

3. После снятия вала (трубы) качество правки можно проверить следующими способами:

а) на глаз — при повороте валика вокруг оси;

б) по просвету — путем прокатывания валика по поверочной плите;

в) в центрах с помощью мела (рис. 61, *в*).

Учебное задание 2 по правке угловой стали выполняют следующим образом.

1. Призму устанавливают на столе пресса. В призму закладывают деформированную заготовку уголка, между полками которого устанавливают закаленный стальной валик (рис. 62, *а*).

2. Вращают винт пресса и нажимают призматическим наконечником на валик. Валик, обжимая изогнутые места полок уголка на угловых поверхностях призмы, придает уголку правильную форму (рис. 62, *б*).

При большой кривизне изгиба уголок с валиком перемещают по угловой выемке призмы и давлением винта восстанавливают правильную форму уголка.

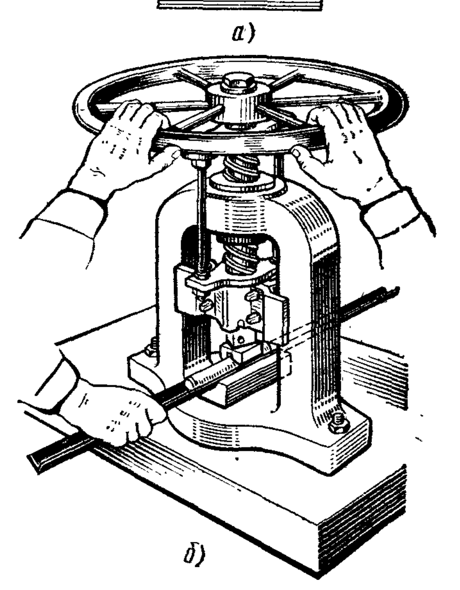


Рис. 62. Правка уголка на ручном прессе:
а — положение валика в уголке; б — прием работы

3. Правку заканчивают при достижении прямолинейности полок по длине на глаз или на плите на просвет, а поперечное расположение полок — по угольнику.

Учебное задание 3 по рихтовке закаленных деталей.

После закалки (термической обработки) стальные детали в некоторых случаях коробятся, способ правки закаленных деталей называется рихтовкой. Рихтовку выполняют на плоской чугунной или стальной плите, применяя молоток с закаленной и закругленной узкой стороной бойка

Рихтовку выполняют в следующей последовательности.

1. На левую руку надевают рукавицу. В правую руку берут молоток, в левую — закаленную полосу и принимают рабочее положение.

2. Полосу располагают на правильной плите так, чтобы ее плоскость лежала на плите вогнутой стороной вверх.

3. Удары молотком наносят поперек плоскости в месте соприкосновения полосы с плитой (рис. 63), так как при неплотном прилегании в момент удара молотком возможна отдача удара в левую руку. Удары молотком наносят, начиная от края изгиба и постепенно приближаясь к его середине. Необходимо регулировать силу удара в зависимости от толщины полосы и величины ее кривизны; чем больше искривление и чем толще полоса, тем сильнее должны быть удары. По мере исправления полосы следует ослаблять силу удара. Во время нанесения ударов молотком обучающийся должен смотреть только на место удара.

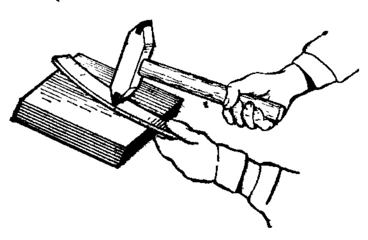


Рис. 63. Прием рихтовки закаленных деталей

Гибка в тисках. При выполнении этого упражнения обучающиеся определяют длину заготовки, для чего профиль детали на чертеже разбивают на участки, рассчитывают длину прямолинейных участков, определяют припуск на изгиб и по суммарному подсчету определяют длину заготовки.

При изгибе полосового или листового металла под прямым углом внешняя часть заготовки несколько вытягивается, а внутренняя сжимается. Поэтому при разметке с внутренней стороны надо учитывать припуск на каждый изгиб в пределах 0,5—0,8 толщины металла.

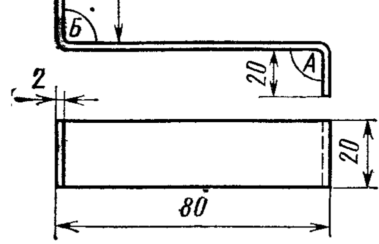


Рис. 64. Пример гибки полосового металла под углом

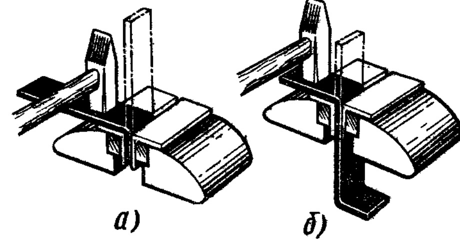


Рис. 65. Гибка полосового металла под углом 90°:
а — угла А; б — угла Б

Учебное задание 1, состоящее в гибке полосового металла в тисках, выполняют в следующей последовательности.

Принимают припуск на изгиб детали в двух местах (рис. 64) равным ее толщине (2 мм). Тогда длина заготовки $L = 20 + (80 - 2) + 65 + 2 = 165$ мм (без учета припуска на обработку). Если заготовку необходимо отрубить от полосы, берут дополнительный припуск на дальнейшую обработку торцов по 1 мм на сторону. Таким образом, общая длина составит 167 мм.

Затем откладывают установленный размер от края полосы и проводят риску. Полосу укладывают на плиту и навесным ударом отрубают заготовку и, если необходимо, правят. На заготовке отмеряют длину полки первого изгиба [(20 + 1) мм] и проводят риску.

Далее заготовку зажимают в тисках между нагубниками так, чтобы риска изгиба совпала с верхней плоскостью нагубника.

Ударами молотка загибают одну полку угольника (рис. 65, *а*), благодаря чему загнутый конец заготовки, плотно прилегая к плоскости нагубника, создает угол *А*.

Заготовку снимают с тисков, отмеряют от загнутого конца размер 80 — 2 = 78 мм и наносят риски изгиба для угла *Б* (см. рис. 64). После этого в тисках зажимают второй конец заготовки и ударами молотка загибают вторую полку угольника (рис. 65, *б*).

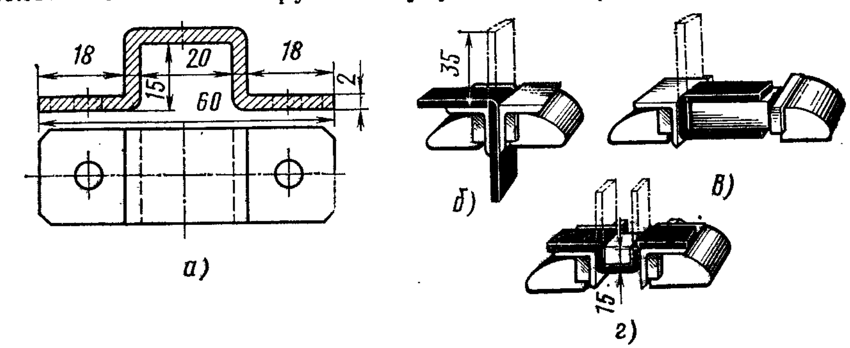


Рис. 66. Гибка полосового металла на плоских оправках:
а — эскиз скобы; б—г — этапы гибки

Гибка с применением приспособлений. *Учебное задание 1* заключается в гибке полосовой стали на плоских оправках (на примере изготовления прямоугольной скобы) и выполняется в следующем порядке.

1. Определяют длину заготовки (припуском на один изгиб 0,5 толщины полосы) (рис. 66, *а*) $L = 18 + 1 + 15 + 1 + 20 + 1 + 15 + 1 + 18 = 90$ мм.
2. Откладывают длину с дополнительным припуском на обработку торцов по 1 мм на сторону (90 + 2).
3. Откладывают размер 35 мм (18 + 1 + 15 + 1), нанося линию риски первого изгиба.
4. Размеченную заготовку зажимают в тисках между нагубниками на уровне риски и ударами молотка загибают один конец скобы (рис. 66, *б*).
5. Заготовку устанавливают в тисках с оправкой и ударами молотка загибают второй конец (рис. 66, *в*), размеры оправки должны соответствовать размерам скобы (20×15) мм.
6. Заготовку освобождают из тисков и вынимают оправку. На наружных плоскостях загнутых концов размечают высоту скобы на размер 15 мм.
7. Внутрь скобы вставляют другую оправку, зажимают скобу с оправкой в тисках и по рискам, расположенным на уровне плоскостей нагубников, загибают лапки скобы (рис. 66, *г*).

8. Скобу освобождают из тисков и вынимают оправку.

Правильность гибки проверяют измерительной линейкой (линейные размеры и совпадение плоскостей лапок) и угольником (угол изгиба).

Учебное задание 2 состоит в гибке полосовой стали (рамка для ножовки) на ребро с применением приспособления (рис. 67) и выполняется в следующей последовательности.

1. От стальной полосы отрезают заготовку по размеру чертежа с припуском 5 мм.

2. Ролики приспособления смазывают для облегчения изгиба полосы.

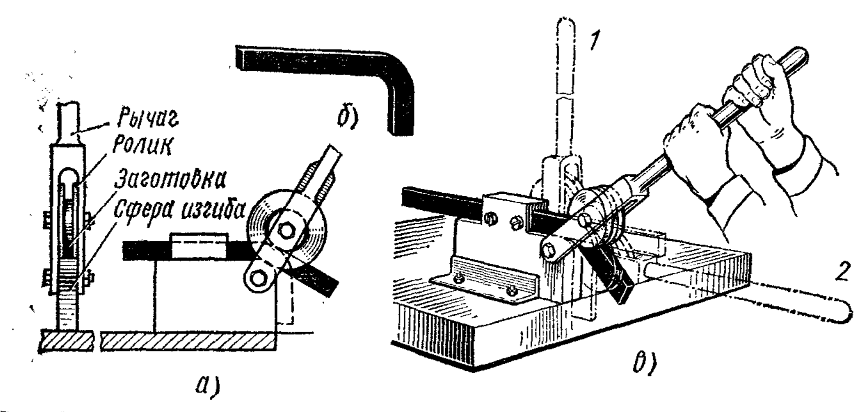


Рис. 67. Гибка рамки для слесарной ножовки:
а — схема приспособления; *б* — образец гибки; *в* — прием гибки

3. Рычаг отводят в верхнее положение *1* (рис. 67, *в*), заготовку вставляют в прямоугольное отверстие так, чтобы ее выступающий конец соответствовал заданному размеру (обычно этот размер отмеряют от наружной грани приспособления). Затем заготовку зажимают в приспособлении винтами.

4. Рычаг приспособления обхватывают двумя руками и с большим усилием отводят рычаг вниз (положение *2* рис. 67, *в*). Обкатывая роликами заготовку по радиусной сфере приспособления, получим изгиб полосы на ребро (рис. 67, *б*).

5. Правильность изгиба проверяют угольником.

Учебное задание 3 заключается в гибке полосовой стали на круглых оправках (на примере изготовления цилиндрической втулки) и выполняется в следующей последовательности.

1. Сначала определяют длину заготовки, получая при сгибании полосы цилиндрическую втулку (длина заготовки соответствует длине средней окружности). Если внешний диаметр равен 20 мм, а внутренний 16 мм, то средний диаметр будет равен 18 мм. Тогда общая длина заготовки $L = \pi D = 3{,}14 \cdot 18 = 56{,}5$ мм.

2. Заготовку с оправкой зажимают в тисках так, чтобы половина изгибаемой части находилась выше уровня губок тисков

3. Ударами молотка конец полосы загибают по оправке, добиваясь плотного прилегания полосы к поверхности оправки (рис. 68, *а*).

4. Заготовку с оправкой переставляют обратной стороной (рис. 68, *б*), а затем ударами молотка загибают заготовку примерно на половину окружности.

5. Ударами молотка загибают второй конец полосы по оправке (рис. 68, *в*) до плотного соприкосновения двух плоскостей в стыке.

6. Заготовку освобождают из тисков, вынимают оправку и приступают к проверке качества гибки с определением диаметра по измерительной линейке.

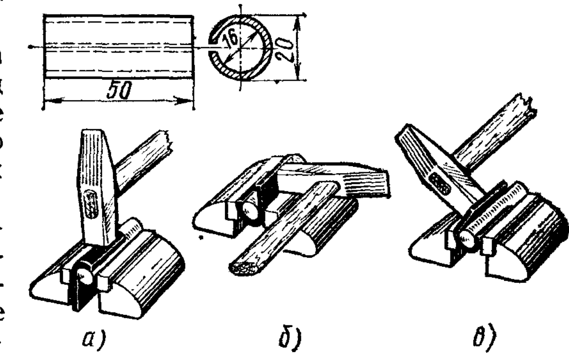


Рис. 68. Гибка полосового металла на круглых оправках

Гибка металла круглого сечения с применением приспособлений. Гибка стального прутка круглого сечения на круглых оправках (на примере изготовления ушка со стержнем) осуществляется в следующей последовательности.

1. Определяют длину изгиба ушка по среднему диаметру (рис. 69, *а*), затем от конца прутка отмеряют (ставят риску) расстояние, равное половине окружности кольца.

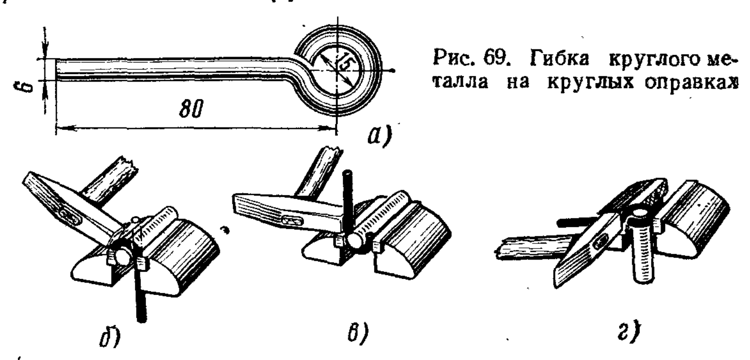


Рис. 69. Гибка круглого металла на круглых оправках

2. Заготовку с оправкой зажимают в тисках так, чтобы очерченная риска для полуокружности находилась на уровне губок тисков.

3. Ударами молотка загибают полукольцо (рис. 69, *б*).

4. Заготовку с оправкой переставляют обратной стороной и ударами молотка средней силы загибают второе полукольцо (рис. 69, *в*).

5. Ушко с оправкой зажимают в тиски и ударами молотка придают стержню правильное по отношению к кольцу положение (рис. 69, *г*).

Качество гибки проверяют на симметричность расположения кольца по отношению к стержню.

Гибка труб. Одной из основных подготовительных операций при изготовлении трубопроводов является гибка труб под различными углами, выполняемая с помощью специальных приспособлений или на трубогибочных станках.

Рис. 70. Уплотнение песка в трубе

Учебное задание 1 состоит в гибке стальной трубы диаметром 1" в холодном состоянии с наполнителем.

1. Изготовляют две деревянные пробки диаметром, равным внутреннему диаметру трубы, и длиной, соответствующей четырем-пяти ее диаметрам.

2. Пробку вставляют в один конец трубы и забивают ее молотком на глубину двух-трех диаметров.

3. Просеивают мелкий сухой речной песок. Трубу устанавливают в вертикальное положение (концом с пробкой вниз) и насыпают в нее просеянный песок.

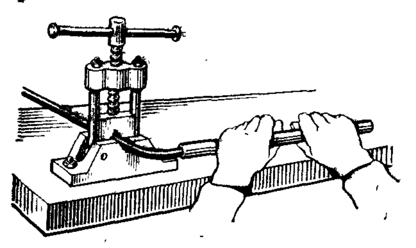


Рис. 71. Прием гибки стальных труб вручную

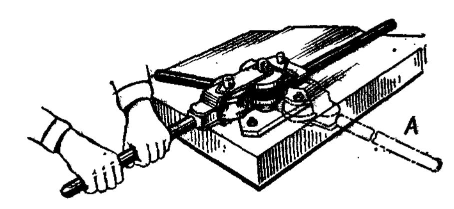


Рис. 72. Прием гибки стальных труб ручным трубогибочным станком

4. Песок уплотняют, постукивая молотком по поверхности трубы или ударяя трубу о прокладку, находящуюся на полу. После уплотнения песка деревянную пробку забивают во второй конец трубы (рис. 70).

5. Место изгиба размечают мелом. Надевают рукавицы.

6. Изгибаемую трубу вставляют в трубный прижим, между угловой выемкой основания и сухарем с уступами, и вращением рукоятки зажимают трубу в прижиме. (При гибке сварных труб шов надо располагать снаружи, а не внутри изгибов, иначе труба может разойтись по шву.)

7. На конец изгибаемой трубы надевают отрезок трубы большого диаметра так, чтобы ее конец немного не доходил до метки изгиба, затем охватывают трубу двумя руками и с большим усилием отводят ее в направлении изгиба (рис. 71). Для контроля окончания изгиба на среднюю линию трубы накладывают проволочный шаблон.

8. После окончания изгиба трубу освобождают из прижима, выбивают деревянные пробки и высыпают песок.

Гибку труб в горячем состоянии производят в аналогичной последовательности. Перед гибкой на трубе мелом намечают начало изгиба, место изгиба нагревают в горне или газовой горелкой до вишнево-красного цвета; затем закрепляют трубу в прижиме и производят изгиб трубы под заданным углом по шаблону. Так как при этом нагревается большая площадь трубы, что может сместить место изгиба, трубу следует охлаждать водой.

Учебное задание 2 заключается в гибке стальной трубы на ручном станке в холодном состоянии без наполнителя, его выполняют в следующей последовательности.

1. Ручной станок подготавливают к гибке, устанавливая рукоятку в положение *А* (рис. 72).

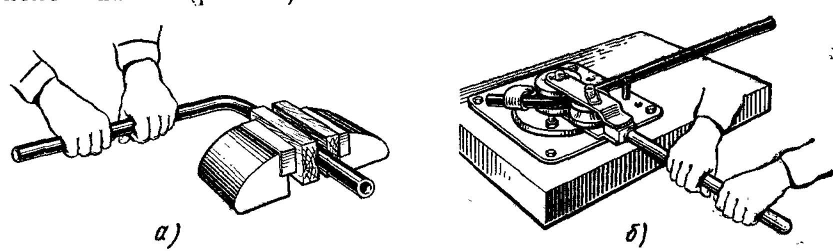


Рис. 73. Гибка труб из цветных металлов:
а — в тисках; *б* — в роликовом приспособлении

2. На трубе мелом намечают начало изгиба.

3. Один конец трубы закладывают между подвижным и неподвижным роликами и в отверстие хомутика так, чтобы линия разметки на трубе совместилась с риской, нанесенной на поверхности неподвижного ролика.

4. Рукоятку берут двумя руками и поворачивают ее по часовой стрелке на заданный угол по шаблону. Если усилия рук недостаточно, то для того, чтобы увеличить плечо приложения силы, на рукоятку надевают отрезок трубы.

Правильность изгиба проверяют по шаблону или по детали (изогнутой трубе).

Учебное задание 3 состоит в гибке труб из цветных металлов и выполняется в следующей последовательности.

1. Изготовляют деревянную пробку и забивают ее в один из концов трубы.

2. Расплавляют наполнитель (канифоль). У сосуда обязательно должен быть носик для слива расплавленной канифоли в трубу.

3. Трубу устанавливают вертикально (пробкой вниз) и заливают в нее канифоль, оставляя трубу в таком положении до полного затвердения канифоли.

4. Трубы гнут одним из двух способов:

а) зажимают в тисках между деревянными нагубниками и изгибают усилием рук (рис. 73, *а*); проверку угла изгиба выполняют по шаблону или изделию;

б) с помощью роликового приспособления (рис. 73, *б*), при работе с которым один конец трубы вставляют между роликами в неподвижный хомут. Рукоятку рычага охватывают двумя руками и поворачивают, выполняя изгиб трубы.

5. Трубу освобождают из тисков (приспособления), подогревая ее, начиная с открытого конца, по всей длине; выплавляют канифоль и сливают ее в сосуд.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как правят круглый и листовой металл ручным способом?
2. Как выправить стальную полосу, изогнутую на ребро, со спиральным изгибом?
3. Как выправить изогнутую полосу из угловой стали с помощью ручного винтового пресса?
4. Расскажите об особенностях рихтовки закаленных деталей.
5. Какой длины нужно взять заготовку, чтобы изготовить кольцо диаметром 200 мм из круглого стального прутка диаметром 8 мм?
6. Как гнут трубы в холодном (горячем) состоянии?

РЕЗКА

Требования безопасности труда. Приступая к проведению занятий по резке металла, инструктор производственного обучения обязан внимательно осмотреть весь инструмент и приспособления.

Ручные слесарные ножовки, находящиеся в работе, не должны быть погнуты, полотно в ножовочном станке должно находиться в одной плоскости и иметь достаточное натяжение. Штифты для крепления полотна не должны иметь острых и выступающих частей.

Деревянные ручки следует изготовлять из дерева твердых пород, они не должны иметь трещин и сколов. Поверхность ручки должна быть чистой и гладкой; для предупреждения раскалывания на ручку должно быть насажено металлическое кольцо. Ручку следует плотно и надежно насаживать на хвостовую часть слесарной ножовки. Хвостовая часть должна входить в ручку на $^2/_3$ — $^3/_4$ своей длины.

Ручные ножницы для резки металла следует подбирать по характеру выполняемой работы (прямые, кривые, правые, левые). Ножницы должны быть хорошо заточены и резать без заусенцев, т. е. не мять разрезаемый металл.

Во время работы обучающихся инструктор производственного обучения должен обращать внимание на установку круглых и тяжелых деталей в тисках, так как плохо закрепленные детали легко могут вырваться из тисков и вызвать ушибы. При резке ножовкой полотно должно быть туго натянуто и прочно закреплено. Слабо натянутые и плохо закрепленные полотна во время работы могут сломаться и нанести ранение работающему. При работе на ручных рычажных ножницах следует обращать внимание на правильную подачу материала (перпендикулярно ножам) и не допускать его заклинивания между ножами. При резке металла ножницами следует оберегать руки от ранения о режущие кромки ножниц и заусенцы на

металле и следить за положением пальцев левой руки, поддерживающих лист снизу.

1. При работе ручным электрифицированным инструментом запрещается:

а) выполнять работу неисправным электроинструментом (с неисправным электрокабелем и штепсельным соединением);

б) производить частичную разборку и ремонт электроинструмента;

в) работать электрифицированным инструментом в сырых помещениях и на открытом воздухе во время дождя, допускать попадание влаги внутрь электроинструмента, так как корпус может оказаться под напряжением;

г) держать подключенный к сети электрифицированный инструмент за электропровод, за режущий инструмент, прижимать к корпусу тела, класть его на колени;

д) оставлять электроинструмент подключенным к сети без надзора при временном перерыве в работе или отключении тока;

е) переходить от одного участка работы на другой с включенным электродвигателем;

ж) выполнять обработку материалов, дающих отскакивающую стружку, без защитных очков;

з) допускать к работе с электрифицированным инструментом лиц не прошедших надлежащий инструктаж и не ознакомившихся с требованиями безопасного труда;

и) производить лицам, не имеющим на то права, исправления или замену предохранителей в электросети, разборку электродвигателя и выключателя электрифицированного инструмента.

2. Работу электрифицированным инструментом разрешается производить только с заземленным корпусом инструмента в резиновых перчатках и галошах или стоя на изолированной поверхности (резиновом коврике, сухом деревянном щитке). Заземление выполняется специальным проводом, присоединенным одним концом к корпусу электроинструмента, а другим к контуру заземления. Без применения защитных средств можно выполнять работу высокочастотными электрифицированными инструментами, а также под током обычной частоты при напряжении до 36 В.

3. Немедленно остановить электроинструмент при «заедании» его в работе, малейшей неисправности или поломке режущего инструмента и сообщить инструктору производственного обучения или мастеру.

Прежде чем приступить к работе электрифицированным инструментом, необходимо выполнить следующее.

1. Проверить, достаточно ли прочно затянуты винты и гайки, крепящие все узлы и отдельные детали.

2. Установить соответствие напряжения в сети напряжению электроинструмента, указанному на табличке. В сеть с напряжением выше указанного на табличке электроинструмент включать нельзя.

3. Тщательно проверить состояние изоляции токоведущего кабеля и надежно защитить его от механических повреждений путем подвешивания.

4. Проверить наличие и исправность заземления электроинструмента к корпусу и заземляющему устройству.

5. Присоединить токоведущий кабель к сети и путем включения выключателя пустить электроинструмент на холостой ход на 0,5—1 мин и проверить:

а) безотказность работы выключателя;

б) работу щеток у коллекторных электродвигателей, где при нормальной работе под щетками должно наблюдаться очень слабое искрение.

Приступая к проведению учебной работы на приводном ножовочном станке, инструктор производственного обучения обязан: до начала работы внимательно осмотреть и проверить исправность оградительных устройств вращающихся частей, ременных передач и надежность их закрепления; пусковых приспособлений и распределительных устройств (рубильники, магнитные пускатели, кнопочные станции и другие электрораспределительные устройства), которые должны иметь защитные кожухи, исключающие соприкосновение работающего с клеммами, контактами и другими токоведущими частями, а также защитного заземления. Станина ножовочного станка, корпус электродвигателя, кожухи пусковых и распределительных устройств должны иметь надежное заземление через болтовое или сварное соединение.

Во время работы ножовочного станка не следует чистить, обтирать и смазывать движущиеся и вращающиеся части, переводить ремень со ступени на ступень при работающем двигателе, сдувать опилки или удалять их руками (во избежание засорения глаз или ранения рук), облокачиваться на станок и класть на него инструмент, изделия и другие предметы. При работе на ножовочном станке обучающимся запрещается ремонтировать какое-либо оборудование. В случае обнаружения неисправностей следует немедленно прекратить работу. Срок службы, производительность и точность работы станка зависят от внимательного и аккуратного ухода за ним.

До начала работы необходимо тщательно осмотреть станок, проверить его исправность и, если нужно, смазать. Во время работы на рабочем месте следует поддерживать порядок, не загромождать его ненужными инструментами и деталями. Оставлять без надзора работающий станок запрещается; при уходе даже на непродолжительное время электродвигатель станка следует выключать. После окончания работы надо убрать инструмент и очистить станок от стружки и грязи волосяной щеткой или хлопчатобумажной ветошью. После этого необходимо с помощью ручной масленки и тампона смазать рабочие поверхности станка тонким слоем машинного масла.

Работа ручной слесарной ножовкой. Выполняя это упражнение, обучающие приобретают навыки в работе ручной слесарной ножовкой.

Упражнение выполняется в следующей последовательности.

1. Полотно осматривают, обращая внимание на отсутствие трещин, изгибов, а также на развод зубьев.

2. Проверяют исправность рамки (корпуса) ножовки: плотность посадки рукоятки, свободное вращение барашковой гайки, перемещение раздвижной части и натяжного штыря, наличие штифтов.

3. Устанавливают раздвижную часть ножовки по размеру полотна, оставляя выдвинутым штырь для натяжения на 10—12 мм.

4. Устанавливают полотно в прорези головок так, чтобы зубья были направлены от ручки (рис. 74). При этом первым вставляют конец полотна в неподвижной головке до совпадения отверстий и фиксируют положение закладкой штифта. Затем вставляют второй конец полотна в прорезь подвижного штыря и закрепляют его штифтом.

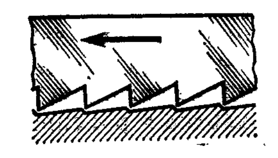


Рис. 74. Направление зубьев ножовочного полотна

5. Натягивают полотно, без большого усилия завинчивают барашковую гайку, не прибегая к плоскогубцам, тискам и другим инструментам.

При натяге полотна из-за опасности его разрыва следует держать ножовку на некотором расстоянии от лица.

Во время работы тугой (при незначительном перекосе) или слабый (при усиленном нажиме) натяг полотна создает его изгиб при резании и вызывает излом.

Вначале с помощью ручной слесарной ножовки разрезают деревянный брусок.

Перед зажимом деревянного бруска в тисках на него с двух сторон наносят риски, определяющие место разрезания. Брусок смещается в левую сторону так, чтобы риска была расположена на расстоянии не более 30 мм от края губок тисков.

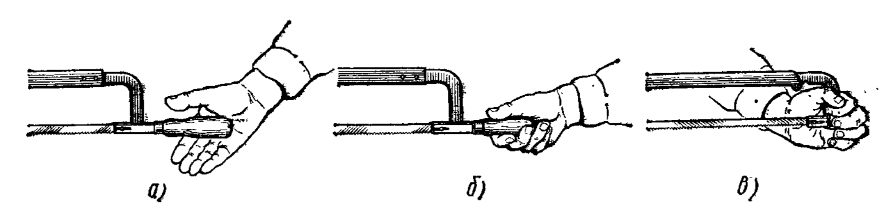


Рис. 75. Расположение рук при работе ножовкой

Стоять у тисков при резке ножовкой следует прямо, свободно и устойчиво, вполоборота по отношению к губкам тисков. Левую (опорную) ногу необходимо выставить немного вперед.

Правильное держание ручной слесарной ножовки инструктор демонстрирует в три приема: 1) ножовку берут в правую руку так, чтобы ручка упиралась в ладонь (рис. 75, *а*); 2) ручку охватывают четырьмя пальцами, накладывая большой палец на ручку сверху (рис. 75, *б*); 3) пальцами левой руки берут передний угольник ножовки, барашек и натяжной болт (рис. 75, *в*).

Полотно ножовки устанавливают на широкую плоскость деревянного бруска, создавая в начале резания небольшой наклон перед-

ней части ножовки вниз. Для получения точного направления резания по разметке необходимо у риски поставить ноготь большого пальца левой руки, плотно прижать к нему полотно ножовки (рис. 76, *а*), а правой рукой осуществлять резание (рис. 76, *б*). Продолжая резание, режущую кромку полотна постепенно переводят в горизонтальное положение (рис. 76, *в*).

Движения при работе ножовкой должны быть плавными, без рывков и с таким размахом, чтобы в резании участвовали все зубья полотна. Темп движений при резании ножовкой должен составлять 30—60 ходов в минуту. Заканчивая резание, следует ослабить нажим на ножовку, уменьшить темп движений, чтобы избежать поломки полотна и ранения рук. После окончания работы ножовку, повернутую полотном к тискам, кладут на верстак с правой стороны тисков.

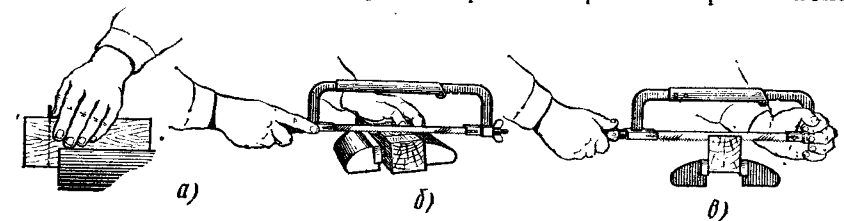


Рис. 76. Работа ручной слесарной ножовкой:
а — установка ножовочного полотна на риску; *б* — прием работы в начале резания; *в* — прием работы в процессе резания

Резка металла ручной слесарной ножовкой без поворота полотна. Выполняя это упражнение, обучающиеся овладевают приемами резания металлических заготовок различных профилей слесарной ножовкой. Для резания металлических прутков круглого сечения места резания размечают чертилкой. Пруток зажимают в тисках горизонтально, выдвинув отрезаемый конец в левую сторону от губок тисков настолько, чтобы при работе ножовкой ее головка не задевала боковую поверхность тисков. Если плоскость резания слишком удалена от губок тисков, пруток при резке будет дрожать, затрудняя резание. Пруток необходимо закреплять в тисках надежно.

На заготовке (по риске) делают небольшой пропил трехгранным напильником, чтобы ножовочное полотно в начале резания не скользило по поверхности прутка. Затем берут ножовку, принимают рабочее положение, смазывают кисточкой полотно вареным маслом, вводят режущую кромку ножовочного полотна в пропил и приступают к резанию (рис. 77, *а*).

В начале резки нажим на ножовочное полотно должен быть меньше, а по мере приближения полотна к центру прутка нажим усиливают.

Во время резки ножовочное полотно иногда «уводит» в сторону, это создает косую прорезь (из-за слабого натяжения полотна или неправильного положения ножовки и ее направления). Если полотно «увело» в сторону, необходимо повернуть пруток и начать резание с противоположной стороны напротив прореза. В конце резки надо ослабить нажим на ножовку и уменьшить темп движения.

При резании металлического прутка квадратного сечения сначала размечают место резания, для чего отмеряют измерительной линейкой длину заготовки, нанося риски чертилкой. После этого, используя угольник с широким основанием, проводят риски на верхней и двух боковых сторонах квадрата. Далее пруток зажимают в тисках так, чтобы риска была расположена сверху.

Для сохранности зубьев полотна резание начинают с заднего ребра детали, наклонив ножовку от себя до образования начала пропила при слабом нажиме (рис. 77, *б*). Наклон постепенно уменьшают до тех пор, пока пропил не дойдет до передней кромки и ножовочное полотно не примет горизонтального положения. В таком положении усиливают нажим на ножовку, продолжая резание прутка

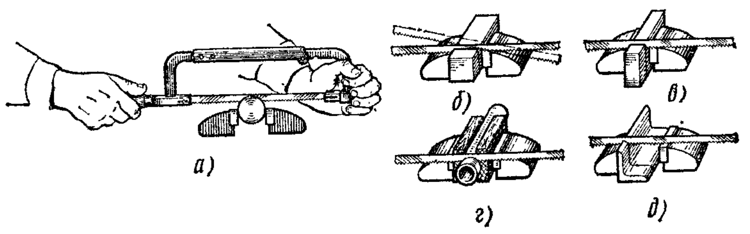


Рис. 77. Положение ножовочного полотна при начальном резании заготовок различных профилей:
а — круглого; *б* — квадратного; *в* — прямоугольного; *г* — трубы; *д* — углового

до конца с использованием всей длины ножовочного полотна и все время контролируя положение полотна и его направление по отношению к риске. В конце резания нажим ослабляют.

Резание полосового металла (рис. 77, *в*), как правило, следует выполнять по узкой стороне полосы при условии, что резание производят не менее трех зубьев ножовочного полотна. Чем меньше зубьев одновременно участвуют в работе, тем меньший нажим на ножовочное полотно.

Резку заготовок толщиной менее шага зубьев полотна следует осуществлять ножовкой в вертикальном положении, со слабым нажимом на инструмент. Работать ножовкой в этом случае надо медленно с использованием всей длины ножовочного полотна.

При резании труб места резания размечают с помощью шаблона. Шаблон изготовляют из тонкой жести, изогнутой по окружности трубы.

Измерительной линейкой от конца трубы отмечают длину отрезка. Кромку шаблона подводят к метке, наносят чертилкой риску по всей окружности трубы.

Для резания трубу зажимают в тисках горизонтально. Чтобы избежать смятия трубы, ее зажимают в прокладках (рис. 77, *г*). Для резания выбирают полотно с мелкими зубьями (шаг зубьев 1 мм), трехгранным напильником по риске делают пропил и приступают к резанию. По мере углубления ножовочного полотна в стенку трубы ножовку немного наклоняют к себе. Прорезав трубу на толщину

стенки, вынимают ножовку, поворачивают трубу от себя на 45—60° и продолжают резание, сочетая поворот трубы с резанием по всей длине окружности трубы. Темп движения при резании труб должен составлять 35—45 ходов в минуту при малом нажиме на ножовку. В конце резания нажим на ножовку необходимо ослабить.

Перед резанием уголка его размечают па плоскостях полок. Полку уголка надо устанавливать в тисках (рис. 77, *д*). Уголок необходимо резать по узкой грани полки, там, где требуется меньшая сила резания. Поэтому резание будет производиться значительно легче.

Прорезав первую полку до внутренней плоскости второй полки, уголок устанавливают в положение резания первой полки, продолжая резание до конца. В конце резания необходимо ослабить нажим на ножовку.

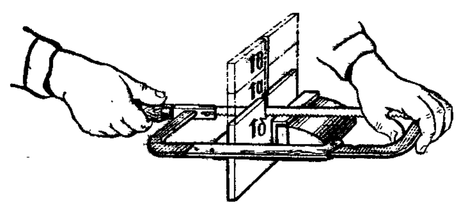


Рис. 78. Приемы резания металла ручной слесарной ножовкой с поворотом ножовочного полотна

Правильность среза проверяют линейкой, а угол 90° — угольником.

Резка металла ручной слесарной ножовкой с поворотом полотна. Выполняя это упражнение, обучающиеся должны овладеть приемами резания полосового или листового металла на глубину, превышающую ширину рамки ножовки с полотном, повернутым на 90°.

Упражнение выполняется в следующей последовательности.

1. Разметку выполняют обычным способом.
2. Ножовку готовят к работе, причем проверяют качество полотна и его пригодность для работы.
3. Полотно в боковые прорези головок необходимо установить перпендикулярно к плоскости ножовки (зубья направлены от ручки); затем следует заложить в отверстие штифты и натянуть полотно.
4. Заготовку установить и зажать в тисках с боковой стороны, выдвинув отрезаемый конец таким образом, чтобы при вертикальном резании головка ножовки не задевала боковой поверхности тисков и не мешала движению рук. Кроме того, заготовка должна незначительно возвышаться над уровнем губок тисков, иначе во время резки заготовка будет вибрировать. При резании необходимо следить за иаправлением полотна, поддерживая плоскость ножовки в горизонтальном положении.

Движение ножовкой следует выполнять плавно, без рывков, избегая перекоса полотна, так как это может привести к его уводу или поломке.

По мере резания металла заготовку нужно переставлять выше для продолжения резания (рис. 78), уменьшая темп движения и силу нажатия на ножовку в конце резания.

Размер отрезанной заготовки проверяют по размеченным рискам.

Резка труб труборезом. Для резания труб кроме ручной слесарной ножовки используют специальный инструмент — труборез,

у которого режущими частями являются острые стальные диски-ролики. Для выполнения этого упражнения рабочее место должно быть снабжено специальным трубным прижимом. Трубу зажимают в прижиме вращением рукоятки с винтом между угловой выемкой основания и сухарем с уступами.

Прежде чем приступить к работе труборезом, следует убедиться в его исправности и проверить: а) остроту режущих лезвий роликов; б) посадку роликов на осях (не должно быть качания); в) правильность установки роликов в одной плоскости.

На конец зажатой трубы в прижиме надевают труборез и, вращая рукоятку трубореза вокруг своей оси, доводят подвижный ролик трубореза до его соприкосновения со стенкой трубы. Далее делают один оборот труборезом вокруг трубы; при этом ролики, легко врезаясь в металл, оставляют след в виде риски. Если риска не раздвоенная и замкнутая, ролики установлены правильно.

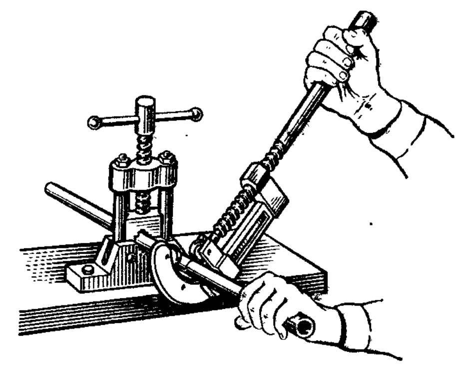


Рис. 79. Резка труб труборезом

Приемы резания (рис. 79) заключаются в следующем. Рукоятку установленного на трубе трубореза поворачивают на $^1/_4$ оборота, прижимая подвижный ролик к поверхности трубы так, чтобы линии разметки совпали с острыми гранями роликов.

Место среза смазывают вареным маслом для охлаждения и уменьшения трения режущих кромок роликов. В результате вращения ручки трубореза на окружности трубы получится прорезанная линия. Рукоятку поворачивают еще на $^1/_4$ оборота и делают один оборот труборезом вокруг трубы. Перемещая подвижный ролик, вращают труборез вокруг трубы до тех пор, пока ее стенки не будут полностью прорезаны.

Качество резки проверяют линейкой (длину отрезанных труб) и угольником (положение среза относительно наружной стенки трубы).

Резка проволоки. Подготовка проволоки к резке заключается в правке, которая осуществляется перетягиванием проволоки вокруг круглой оправки, зажатой в тисках. При этом необходимо соблюдать меры предосторожности, так как при трении проволока сильно нагревается и может вызвать ожоги; поэтому на руки следует надевать рукавицы.

Перед резкой берут острогубцы в правую руку (рис. 80). При этом, сжимая ручки, приближают друг к другу режущие кромки, а нажимая на рукоятки мизинцем после разрезания разводят ручки. В начале упражнения выполняют несколько движений кистью руки так, чтобы режущие кромки острогубцев раскрывались и за-

крывались. Правильность подгонки и остроту режущих кромок проверяют, разрезая тонкие бумажные листы.

При резке проволоки острогубцы раскрывают на размер, превышающий диаметр проволоки, помещают проволоку между лезвиями так, чтобы они располагались перпендикулярно, и выполняют резание на заданные размеры.

Кроме ручных кусачек, для резки проволоки применяют очень простые по устройству специальные рычажные ножницы (рис. 81, *а*). К угольнику *1* привернута стойка *3*, на которой болтом *2* укреплен рычаг *4* с прорезями, одна из сторон которых представляет собой режущее лезвие (другим лезвием является грань отверстия в стойке,

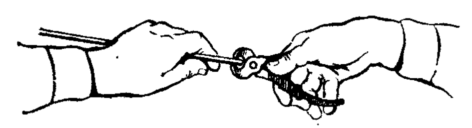


Рис. 80. Резка проволоки острогубцами

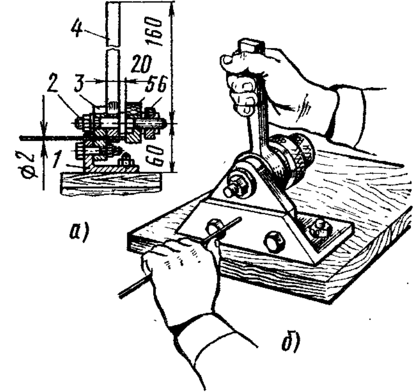


Рис. 81. Резка проволоки специальными рычажными ножницами:
а — конструкция; *б* — прием работы

через которое проходит проволока). Установку на определенную длину отрезаемой проволоки осуществляют перемещением упорных гаек *5* и *6*.

Работа рычажными ножницами осуществляется в следующем порядке.

1. Гайки *5* и *6* перемещают по резьбе болта до тех пор, пока расстояние от боковой поверхности до режущей кромки не будет соответствовать длине отрезка проволоки — 20 мм.

2. Перемещая рукоятку рычага *4* вокруг оси, добиваются совпадения отверстия стойки *3* с прорезями рычага, вставляют проволоку в определенное по диаметру отверстие до упора в боковую плоскость гайки *5*.

3. Перемещая рычаг *4* правой рукой к себе и поддерживая проволоку левой рукой, осуществляют разание (рис. 81, *б*). При резании рычажными ножницами длина всех отрезков проволоки будет одинаковой.

Качество работы проверяют по чистоте среза, а длину — измерительной линейкой.

Резка листового металла ручными ножницами. Ручные ножницы применяют для резания листового металла толщиной 0,5—0,8 мм по прямым и кривым линиям разметки. Подготовка к резке заключается в правке листа, разметке линий резки, выполниемой на чистых (оцинкованных, облуженных и черных) листах без окрашивания непосредственным нанесением рисок на поверхность листа. Ножницы выбирают в зависимости от характера выполняемой работы.

Наиболее часто применяют ножницы, имеющие длину 250—300 мм. Ножницы подбирают в зависимости от условий выполняемой работы: а) для прямолинейного резания — с прямыми и широкими лезвиями; б) для наружной криволинейной резки с изогнутыми широкими лезвиями; в) для вырезания по внутренним кривым линиям — с изогнутыми узкими лезвиями. Кроме того, в зависимости от характера работы применяют правые и левые ножницы. Друг от друга их отличают по расположению скоса режущей кромки нижней губки. Если во время резания этот скос расположен с правой стороны, то

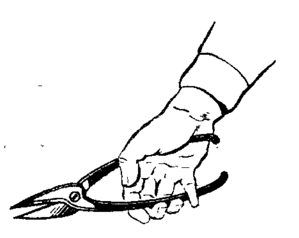


Рис. 82. Положение пальцев на рукоятке при резании ножницами

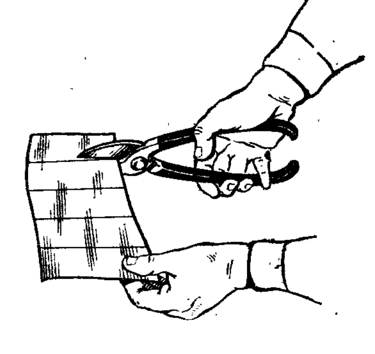


Рис. 83. Прием резки ножницами по прямым рискам

ножницы называют правыми, если с левой стороны — левыми. Во время работы ножницами линия реза должна всегда находиться в поле зрения работающего.

Кромки ножниц в шарнирном соединении должны плотно прилегать друг к другу и иметь легкий ход. При тугом ходе возникает большое трение, вызывающее излишние усилия в работе и быстрое изнашивание режущих кромок. При большом зазоре между режущими кромками разрезаемый материал будет мяться и заклиниваться.

Ножницы держат в правой руке, охватывая рукоятки четырьмя пальцами и прижимая их к ладони; мизинец помещается между рукоятками ножниц (рис. 82). Сжатые указательный, безымянный и средний пальцы разжимают, выпрямляют мизинец и его усилием отводят нижнюю рукоятку ножниц на необходимый угол. Левой рукой удерживая лист (рис. 83), подают его между режущими кромками, направляя верхнее лезвие точно посередине разметочной линии, которая должна быть видна при резке. Затем, сжимая рукоятку всеми пальцами правой руки (кроме мизинца), осуществляют резку.

При прямолинейной резке следует применять левые ножницы и соразмерять величину раскрытия ножниц настолько, чтобы они могли захватить лист на размер не более 30 мм по прямой риске. Делать полное раскрытие режущих кромок не следует, так как они не режут, а выталкивают лист.

При резке внешних криволинейных контуров лист поворачивают так, чтобы ножницы не закрывали линию резания. На рис. 84 по-

казано направление резки правыми, а на рис. 85 — левыми ножницами. Пальцы левой руки, поддерживающие лист снизу, должны иметь такое положение, чтобы они не попали в зону резания. Вырезание внутренних криволинейных контуров выполняют ножницами с изогнутыми узкими режущими кромками (рис. 86).

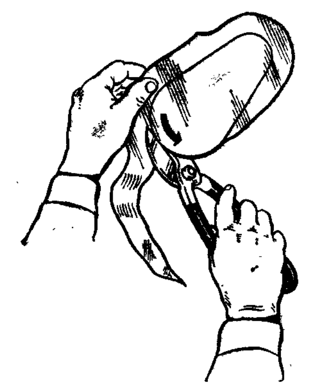


Рис. 84. Прием и направление резки по кривым внешним рискам правыми ножницами

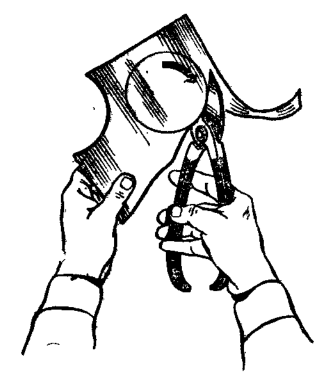


Рис. 85. Прием и направление резки по кривым внешним рискам левыми ножницами

Находит применение резка металла ручными ножницами с зажатием одной рукоятки в тисках (рис. 87). Этим приемом пользуются при прямолинейном резании металла большой толщины.

Качество резки определяется проверкой линий реза по рискам, отсутствию надрезов, вмятин и заусенцев.

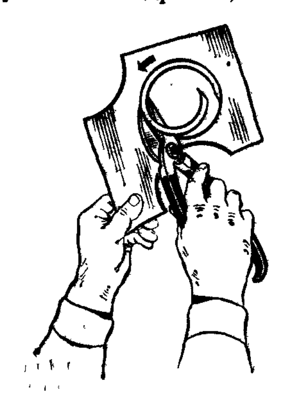


Рис. 86. Вырезание круглого отверстия

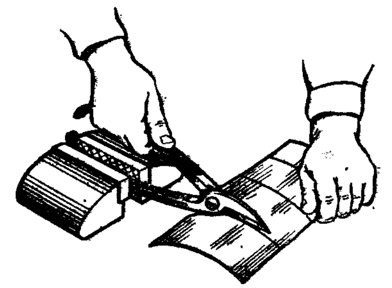


Рис. 87. Резка с зажатием ножниц в тисках

Резка металла ручными рычажными ножницами. Ручные рычажные ножницы применяют для резки листовой стали толщиной до 4 мм, алюминия и латуни — до 6 мм. Перед работой проверяют качество смазывания трущихся частей, плавность хода рычага, отсутствие зазора между режущими кромками и плотное прилегание их друг к другу. Тугой ход ножей требует большого усилия в работе и вызывает преждевременное изнашивание режущих кромок. Большой зазор между режущими кромками ухудшает качество среза, лист мнется, ножи притупляются и ломаются.

При резке металла ручными рычажными ножницами (рис. 88) правой рукой охватывают рукоятку рычага и отводят его в верхнее положение (верхний нож поднимается). Затем лист укладывают на режущую кромку так, чтобы левая рука удерживала его в горизонтальном положении, а линия резания находилась в поле зрения и совпадала с лезвием верхнего ножа. Рычаг с ножом опускают вниз до тех пор, пока часть металла не будет прорезана, затем рычаг поднимают. Левой рукой приподнимают лист, подвигают его по риске вдоль режущей кромки верхнего ножа и повторяют приемы резания.

Рис. 88. Резка листа ручными рычажными ножницами

Качество резания характеризуется отсутствием вмятин и точностью резания по рискам.

Резка листового материала ручными электроножницами. Электроножницы являются ручным переносным электроинструментом и предназначены для резки листового материала по прямолинейному и криволинейному контуру с толщиной разрезаемого стального листа до 2,7 мм.

Прежде чем приступить к работе ручным электрифицированным инструментом, необходимо изучить требования безопасности труда, изложенные в гл. «Резка». Кроме того, необходимо проверить заточку ножей электроножниц — режущая кромка должна быть острой без вмятин и отколов.

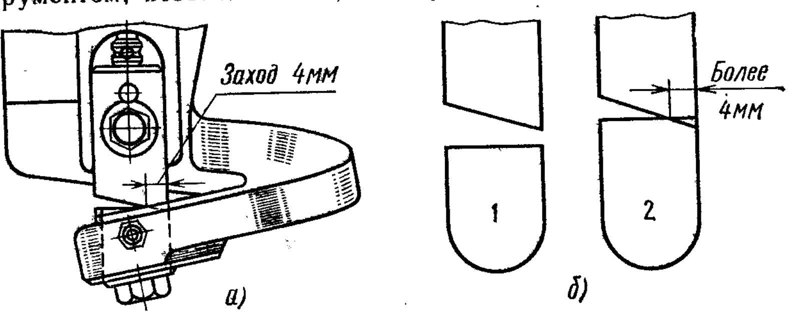


Рис. 89. Установка режущих ножей:
а — правильная; *б* — неправильная; *1* — отсутствие захода; *2* — большой заход

Заход ножей должен составлять примерно 4 мм (рис. 89, *а*). Слишком большой заход ножей затрудняет резку по кривой, а при отсутствии захода ножницы перестают резать металла всей своей длиной (рис. 89, *б*). Заход ножей устанавливается с помощью регули-

ровочных винтов. Зазор между ножами зависит от толщины разрезаемого материала.

Толщина разрезаемого материала, мм	0,5—0,8	1—1,3	1,6—2,0	2,0—2,7
Зазор, мм	0,03—0,048	0,06—0,08	0,10—0,13	0,2—0,18

Тугой ход ножей вызывает большую нагрузку на электродвигатель и преждевременное изнашивание режущих кромок. Большой зазор между режущими кромками ухудшает качество резания, разрезаемый материал в этом случае будет мяться и заклиниваться. Разрезаемый листовой металл должен быть очищен от грязи, а место резания рекомендуется смазывать тонким слоем масла.

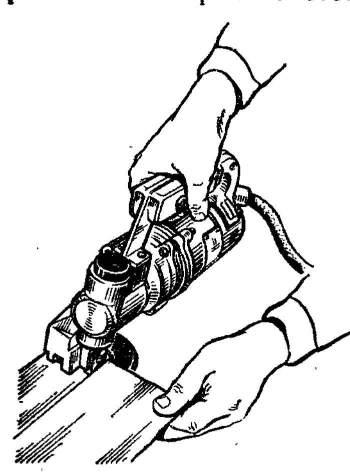


Рис. 90. Прием резки листового металла электроножницами

Во время работы электроножницы держат правой рукой, охватывая рукоятку всеми пальцами правой руки; указательный палец помещают на рычаге выключателя (рис. 90). Левой рукой, удерживая лист, подают его между ножами, направляя его под режущую кромку верхнего ножа точно по риске (при резании риска должна быть видна). Включают электроножницы и направляют их правой рукой по линии резания так, чтобы плоскости ножей имели некоторый наклон относительно плоскости разрезаемого металла.

При резке криволинейных контуров лист поворачивают левой рукой так, чтобы верхний нож делал рез строго по риске. Режущие кромки ножей необходимо периодически смазывать машинным маслом.

После окончания работы необходимо: отключить электроножницы от сети; протереть корпус и все части ножниц от пыли и грязи; покрыть ножи вазелином или другим противокоррозионным смазочным материалом для предупреждения коррозии. Хранить электроножницы надо только в отапливаемом помещении.

Резка металла на приводном ножовочном станке. В этом упражнении рассматривается резка металла на ножовочном станке 872А, имеющем электрический и гидравлический приводы. Пуск и остановка электродвигателя осуществляется кнопками «Пуск» и «Стоп». При нажатии кнопки «Пуск» включается электродвигатель привода и электронасос, подающий охлаждающую жидкость. От электродвигателя приводится в действие кривошипно-шатунный механизм, передающий возвратно-поступательные движения пильной раме, и включается в работу масляный насос гидропривода.

Гидропривод управляется поворотом специальной рукоятки крана. При первом положении рукоятки крана «Бездействие» (рис. 91, *а*) пильная рама получает возвратно-поступательное движение. При втором положении «Спуск» (рис. 91, *б*) рукав с пильной рамой плавно опускается вниз. При третьем положении «Подъем» (рис. 91, *в*) рукав с пильной рамой плавно приподнимается. При четвертом положении «Медленное действие» (рис. 91, *г*) регулируется минимальная подача врезания ножовочного полотна в металл при рабочем ходе. При обратном ходе ножовочного полотна оно немного

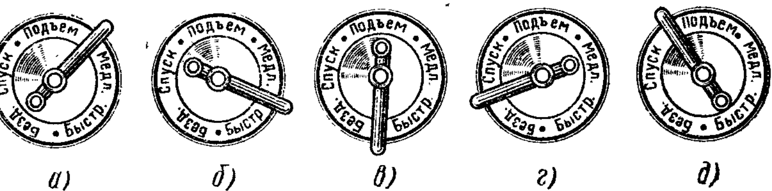


Рис. 91. Системы управления механизмом подач:

а — 1-е положение «Бездействие»; *б* — 2-е положение «Спуск»; *в* — 3-е положение «Подъем»; *г* — 4-е положение «Медленное действие»; *д* — 5-е положение «Быстрое действие»

приподнимается над разрезаемым материалом. При пятом положении «Быстрое действие» (рис. 91, *д*) регулируется наибольшая подача врезания ножовочного полотна в металл.

Ножовка имеет наладку на определенное число двойных ходов пильной рамы. Для резки твердых металлов ножовочному полотну дают 85 дв. ход/мин, а для резки мягких металлов — 110 дв. ход/мин.

Обычно к станку прикладываются двое тисков. Тиски с V-образными губками предназначены для закрепления заготовок круглого сечения диаметром 18—120 мм (рис. 92, *а*). Тиски с плоскими губками (рис. 92, *б*) служат для закрепления заготовок с сечениями большой площади (ширина 40—250 мм). Эти тиски являются поворотными и служат для закрепления разрезаемого материала под углом до 45° или нескольких заготовок меньшего диаметра, сложенных вместе (рис. 92, *в*).

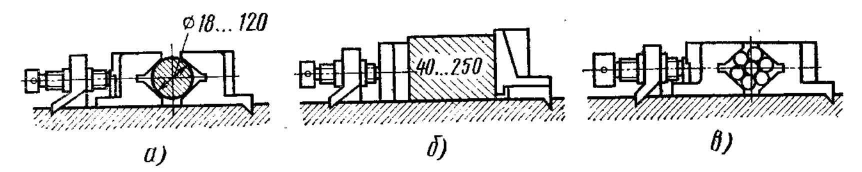


Рис. 92. Способы закрепления металла в зажимных тисках:

а — с V-образными губками для закрепления заготовок круглого сечения; *б* — с плоскими губками для заготовок больших сечений; *в* — одновременное закрепление нескольких заготовок круглого сечения

Прежде чем приступить к работе на ножовочном станке, инструктор должен ознакомить учащихся с правилами ухода за станком, с правилами безопасности труда и правильной организации рабочего места.

При подготовке станка к работе необходимо:

1. Проверить (внешним осмотром) исправность частей и узлов станка и их чистоту.

2. По карте смазывания установить наличие смазочного материала и в случае необходимости пополнить масленки маслом и смазать зубья зубчатого колеса привода.

3. Наладить станок на требуемое число двойных ходов пильной рамы путем перестановки клиноременной передачи на ведущем и ведомом шкивах электропривода. При передаче движения с меньшей ступени ведущего шкива на большую ступень ведомого шкива получим 85 дв. ход/мин, а при установке ремня с большей ступени ведущего шкива на меньшую ступень ведомого — 110 дв. ход/мин.

4. Установить рукоятку крана гидропривода в положении «Бездействие»; нажать кнопку «Пуск» и пустить станок на непродолжительное время вхолостую в целях удаления воздуха, находящегося в цилиндрах и каналах гидропривода. Воздух выпускается через пробку, установленную в масляном резервуаре (рис. 93).

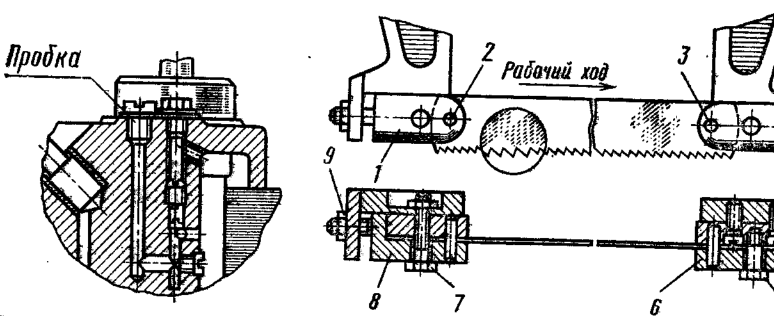


Рис. 93. Масляный резервуар для спуска воздуха из масляной системы

Рис. 94. Установка и закрепление ножовочного полотна в пильной раме

5. Проверить подачу охлаждающей жидкости через сливную трубу при открытом кранике.

6. Переключая поочередно рукоятку крана гидропривода в положения: «Подъем», «Спуск», «Медленное действие» и «Быстрое действие», проверяют нормальную работу гидропривода при работающем электродвигателе. Электродвигатель выключают, оставив пильную раму в верхнем положении.

7. Ножовочное полотно устанавливают одним концом на штифт *3* неподвижно укрепленной планки *4* пильной рамы (рис. 94) так, чтобы зубья полотна были направлены в сторону рабочего хода. Другой конец полотна надевают на штифт *2* подвижной планки *1*, затем оба конца ножовочного полотна прижимают специальными накладными планками *6* и *8* с помощью винтов *5* и *7* к пильной раме. Полотно натягивают, завинчивая гайку *9* с некоторым усилием. Слабо натянутое полотно сделает неправильный разрез и при резке может сломаться.

8. Тиски устанавливают на станке с таким расчетом, чтобы ось разрезаемой заготовки проходила посередине хода пильной рамы. При установке заготовки и закреплении ее в тисках необходимо

следить, чтобы она лежала горизонтально и под прямым углом к ножовочному полотну, а линии разметки совпадали с режущей кромкой ножовочного полотна.

Если требуется разрезать заготовку под углом, то сначала под заданным углом устанавливают тиски, затем укладывают и надежно закрепляют в них заготовку. После выполнения всех подготовительных работ приступают к резке металла на станке (рис. 95). Рукоятку крана гидропривода устанавливают в положение «Спуск» и включают

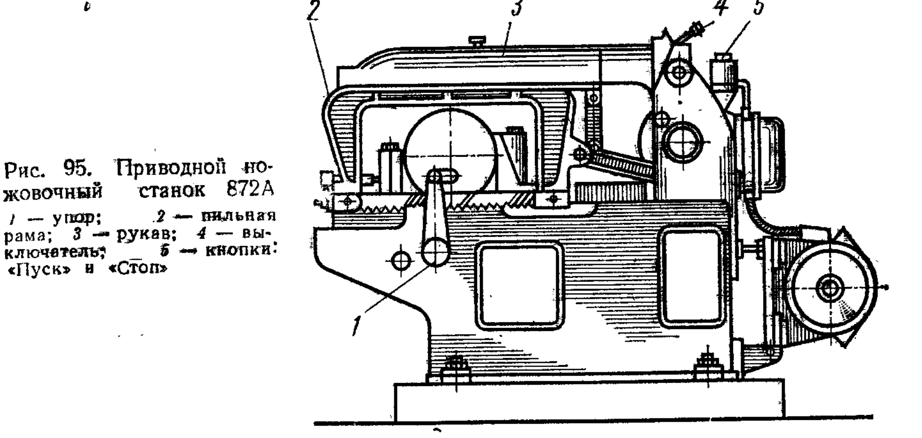


Рис. 95. Приводной ножовочный станок 872А

1 — упор; *2* — пильная рама; *3* — рукав; *4* — выключатель; *5* — кнопки: «Пуск» и «Стоп»

электродвигатель. После того как ножовочное полотно опустится к разрезаемой заготовке, рукоятку крана переводят в положение «Медленное действие» для предварительного врезания. Затем эту же рукоятку перемещают по направлению к положению «Быстрое действие», устанавливают желаемую подачу резания.

Дальнейшая работа станка происходит автоматически до окончательного разрезания заготовки. По окончании резки пильная рама автоматически переключает рукоятку крана в положение «Подъем». Подъем пильной рамы производится до определенной высоты, выключатель, расположенный на рукаве, нажимает на кнопку «Стоп» и выключает электродвигатель.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как подготовить слесарную ножовку к работе?
2. В каких случаях производят резание металла слесарной ножовкой с полотном, повернутым на 90°? Как подготовить ножовку к работе?
3. Какие ручные ножницы называют правыми и левыми, когда их применяют?
4. Как подготовить труборез к работе? Как выполняют резку?
5. Какие требования безопасности труда нужно соблюдать при работе ручными электроножницами?

ОПИЛИВАНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Требования безопасности труда. Приступая к проведению упражнений по опиливанию плоскостей, инструктор производственного обучения обязан внимательно осмотреть весь инструмент и приспособления. Работать неисправным инструментом запрещено.

Напильники, находящиеся в работе, не должны иметь трещин, отколов и заточенных концов; хвостовая часть не должна быть сломанной. Деревянные рукоятки напильников должны быть изготовлены из твердого дерева и не иметь трещин и отколов; поверхность рукоятки дложна быть чистой и гладкой. Для предупреждения раскалывания рукоятки на нее плотно насаживают металлическое кольцо.

Рукоятка должна плотно и надежно насаживаться на хвостовую часть напильника и входить в нее на $^2/_3$ — $^3/_4$ своей длины. Рукоятки на хвостовик напильника насаживают двумя способами.

1. Хвостовик напильника вставляют в отверстие рукоятки, удерживая напильник правой рукой за рабочую часть (насечку). Для плотной насадки головкой рукоятки ударяют о твердый предмет до ее полной насадки.

2. Вставляют хвостовик напильника в отверстие рукоятки и, взяв напильник в левую руку рукояткой вверх, наносят несколько легких ударов молотком по торцу рукоятки до полной насадки.

Во время работы напильником запрещается:

доводить напильник до удара рукояткой о деталь, так как это может вызвать соскакивание рукоятки и нанести ранение;

поджимать пальцы левой руки под напильник при обратном ходе, так как при опиливании деталей с острыми краями можно поранить левую руку;

проверять пальцами качество опиленной поверхности, так как жир, выделяемый кожей рук, затрудняет дальнейшее опиливание;

удалять руками металлическую стружку с опиливаемой поверхности или тисков, так как стружка может врезаться в кожу рук и вызвать заболевание. Нельзя сдувать стружку, так как это может привести к засорению глаз.

С опиливаемой плоскости и тисков стружку следует удалять только щеткой или тряпкой.

Требования безопасности труда при работе с электрической машинкой с гибким валом заключаются в следующем.

1. Работающий с электромашинкой обязан выполнять только ту работу, которая ему поручена.

2. Запрещается работать с электромашинкой в рукавицах или перчатках, а также с забинтованными пальцами.

3. Перед каждым включением электромашинки необходимо убедиться, что пуск машинки никому не угрожает опасностью.

4. Проверить прочность закрепления ограждения; работать без ограждений ременной передачи запрещено.

5. Проверить исправную работу электромашинки на холостом ходу в течение 2—3 мин. При неисправности немедленно сообщить инструктору или мастеру.

6. При выполнении электромашинкой различных видов работ работающий обязательно должен пользоваться защитными очками.

7. При работе с электромашинкой запрещается:

а) передвигать электромашинку за токоведущий кабель;

б) прикасаться руками к режущему инструменту, находящемуся в работе;

в) оставлять электромашинку в перерывах в работе при включенном электродвигателе.

8. Наружным осмотром проверить состояние шлифовальных кругов с целью определения заметных трещин и выбоин. При наличии этих дефектов пользоваться кругами запрещено.

9. При выполнении работ нужно следить, чтобы шлифовальный круг был надежно закреплен и закрыт защитным кожухом, и надо остерегаться прикосновения к вращающемуся шлифовальному кругу.

Поверочные линейки, угольники, штангенциркули и кронциркули следует оберегать от механических повреждений (забоин и царапин), которые делают инструмент непригодным к использованию. Инструмент запрещается располагать на рабочем месте навалом.

При измерении деталей большие усилия, прилагаемые к подвижной губке штангенциркуля, могут привести к изгибу губок и искажению показания размера. При закреплении стопорного винта штангенциркуля не следует применять больших усилий, так как это может привести к срыву резьбы. Стопорные винты необходимо отвинчивать только на один оборот. Поверочную линейку и угольник при проверке плоскостей нужно накладывать осторожно, без рывков и ударов. Перемещать поверочный измерительный инструмент по металлу нельзя, так как в этом случае рабочая (измерительная) кромка изнашивается и теряет точность.

Новыми напильниками запрещается опиливать поверхности с окалиной или литейной коркой. Поверхность с окалиной надо снимать на обдирочном наждачном точиле стальной щеткой или насеченным ребром старого напильника. Если во время опиливания напильник скользит, его необходимо прочистить стальной щеткой движением от себя вдоль насечек. Не следует употреблять новые напильники для опиливания мягких (вязких) металлов (свинца, олова, красной меди), так как стружка этих металлов забивает впадины между режущими кромками.

При опиливании следует пользоваться только одной стороной напильника до тех пор, пока она не сработается; только после этого можно работать второй стороной. Сила нажима при опиливании зависит от насечки: чем меньше насечка, тем меньше должна быть сила нажима. Напильники необходимо оберегать от попадания на них масла, воды, пыли и грязи. Нельзя класть напильники друг на друга или на другой инструмент, так как при этом забивается насечка. Чистку засаленных напильников необходимо производить твердым древесным углем или мелом, натирая поверхность напильника в направлении насечек до полного уничтожения следов масла.

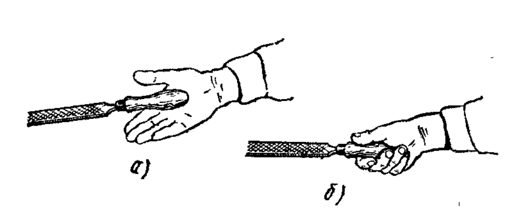
Перед опиливанием алюминиевых заготовок напильники следует натирать стеарином. Напильники, забитые опилками дерева, эбонита, резины, фибры, пластмасс, капрона, погружают на 15—20 мин в горячую воду, а затем очищают кардной щеткой.

По окончании работы весь измерительный и поверочный инструмент (штангенциркуль, поверочную линейку, угольник) следует протереть сначала чистой сухой тряпкой, а затем тряпкой, слегка смоченной в масле.

Инструмент следует хранить в мягких футлярах, где для каждого инструмента должно быть отведено свое место.

Правильная постановка корпуса и ног и держание напильника при опиливании. Рабочие движения и балансировка при работе напильником. Опиливанием называется операция по обработке металлов и других материалов по снятию небольших слоев металла (материала) напильниками или на опиловочных станках. Чтобы правильно опиливать, необходимо правильио производить нажнм и передвигать напильник.

Рис. 96. Постановка корпуса и положение ступней ног при опиливании



Рвс. 97. Положенне кисти правой руки на рукоятке напильника

1. Высоту положения тисков выбирают по росту работающего так, чтобы при наложении локтевой части руки на губки тисков между локтевой и плечевой частями руки образовывался угол 90° (рис. 96). Если высота тисков не соответствует росту работающего, ее регулируют специальными подставками или поднимают верстак с тисками.

Перед началом работы напильник должен находиться с правой стороны тисков рукояткой к работающему.

2. Верхняя кромка бруска, зажатого в тисках, должна находиться на высоте 5—10 мм над их рабочей поверхностью. Губки тисков следует зажимать только усилием рук.

3. Перед тисками надо стоять прямо и устойчиво вполоборота к ним (под углом 45°). Левую ногу необходимо установить около верстака, а правую отодвинуть назад и вправо примерно на расстояние 250 мм, чтобы угол между средними линиями ступней составил 60°.

4. Захват рукоятки напильника правой рукой осуществляют в два приема: кисть правой руки располагают так, чтобы овальная головка рукоятки упиралась в мякоть ладони (рис. 97, *а*); большой палец накладывают вдоль оси рукоятки, а остальными пальцами обхватывают рукоятку, прижимая ее к ладони (рис. 97, *б*).

Левую руку накладывают поперек напильника на расстоянии 20—30 мм от его конца (рис. 99, *а*, *б*).

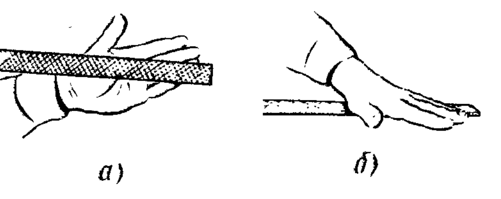


Рис. 98. Положение левой руки на напильнике

5. Напильник помещают на деревянный брусок и принимают рабочее положение, при котором локтевая часть левой руки должна принять положение, близкое к горизонтальному.

Отработка рабочих движений и балансировки при работе напильником состоит из двух учебных заданий, выполняемых обучающимися для усвоения координации движения и получения первичного навыка в балансировке напильником.

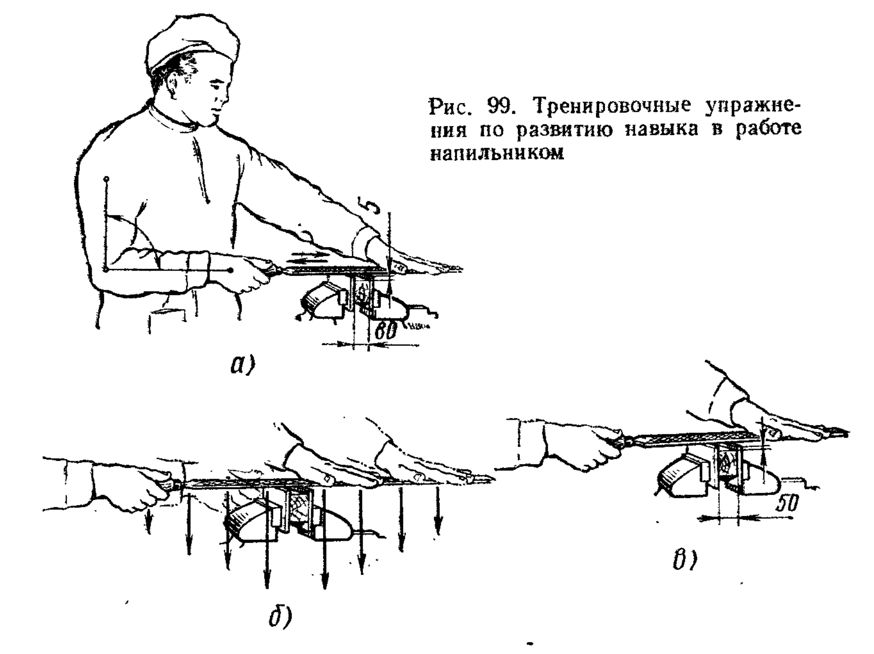


Рис. 99. Тренировочные упражнения по развитию навыка в работе напильником

Учебное задание 1 по опиливанию двух стальных пластин, установленных на расстоянии 80 мм друг от друга, состоит в освоении приемов правильного балансирования напильником и соблюдении ритма движений (рис. 99).

1. На двух стальных пластинках наносятся (по длине) риски на расстоянии 5 мм от кромки.

2. Две стальные пластинки (на расстоянии 80 мм друг от друга) и деревянную прокладку зажимают в тисках; края пластин выступают над уровнем губок тисков на 5 мм.

3. Принимают рабочее положение, напильник берут правой рукой за рукоятку, накладывают его на ребра стальных пластин, а левую руку помещают на напильнике.

4. По узким граням двух стальных пластин выполняют движения драчевым изношенным напильником в горизонтальной плоскости пластин.

Движение напильником осуществляется при согласованных действиях обеих рук. Усилие в горизонтальном направлении (вдоль напильника) необходимо для создания его движения при рабочем и холостом ходах, а в вертикальном направлении — для нажима на обрабатываемую поверхность только при рабочем ходе. При этом вертикальное усилие изменяется в зависимости от положения напильника на обрабатываемой плоскости: при среднем положении прикладывается наибольшее усилие и при крайних — меньшее (стрелки-векторы на рис. 99, *б*). При работе напильником от себя вес тела будет передаваться на левую ногу, а при движении напильника к себе нагрузка переместится на правую ногу.

Учебное задание 2 по опиливанию двух стальных пластинок, установленных на расстоянии 50 мм друг от друга (рис. 99, *в*), выполняется в той же последовательности, как и первое, и предназначено для приобретения навыков в балансировке напильником и при меньшей длине опиливания.

Проверка правильности координации горизонтальных движений и балансировки напильником определяется по высоте опиливаемых кромок. Если слой металла снимается равномерно, то обе кромки будут иметь одинаковую высоту. Если высота кромок неодинакова, значит при опиливании были неправильно распределены усилия.

В начальный период обучения темп работы должен регулироваться и составлять не более 50 двойных движений в минуту. Чтобы снизить утомляемость обучающихся, следует чередовать работу (5 мин) с отдыхом (2—3 мин).

Опиливание широких плоских поверхностей. В зависимости от того, в каком направлении движется напильник, штрихи, оставляемые им, могут быть продольными, поперечными, наклонными (слева направо, справа налево) и перекрестными.

Учебное задание 1 заключается в опиливании плоскости чугунной плитки размером 100×50 мм драчевым напильником с выполнением прямых штрихов по длине плитки. Длина напильника должна быть больше длины опиливаемой поверхности не менее чем на 150—200 мм.

Плитку зажимают в тисках так, чтобы широкая опиливаемая плоскость находилась в горизонтальном положении и выступала над губками тисков на 8—10 мм. Прием опиливания прямым штрихом показан на рис. 100, *а*.

По мере опиливания напильник перемещают по всей ширине опиливаемой плоскости. Его следует двигать не только вперед, но перемещать в стороны (вправо и влево) для снятия равномерного слоя металла со всей поверхности (рис. 101). Во время движения напильник все время должен оставаться в горизонтальном положении. Если это условие не соблюдается, то опиливаемая поверхность

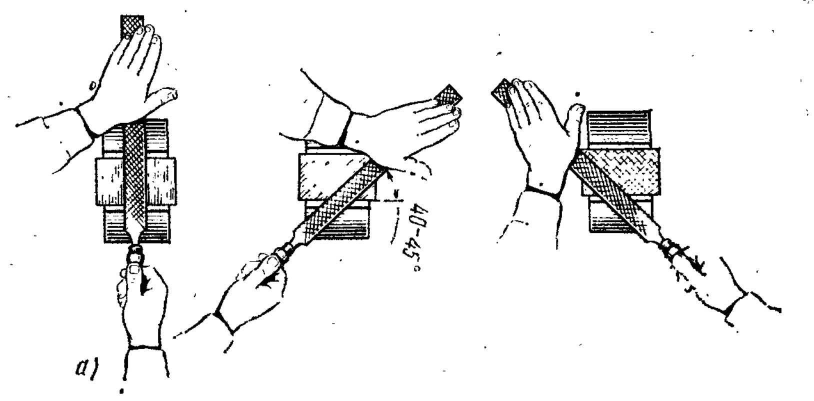


Рис. 100. Приемы опиливания:
а — прямым штрихом; *б* — косым штрихом слева направо; *в* — косым штрихом справа налево

будет иметь «заваленные края». Для контроля необходимо периодически проверять правильность опиливания линейкой. Темп движения напильником 40—50 ходов в минуту.

Прием опиливания косым штрихом слева направо показан на рис. 100, *б*. Напильник необходимо перемещать в соответствии со

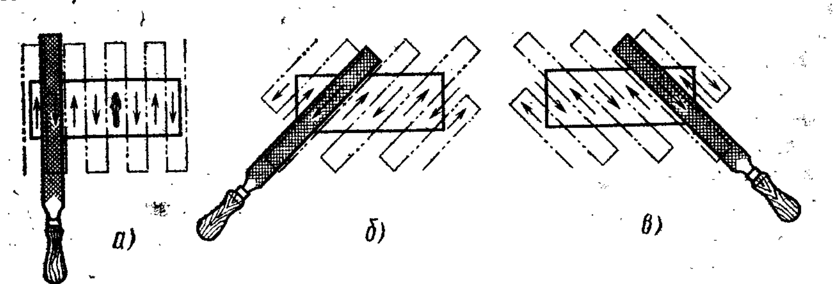


Рис. 101. Схема движения напильника:
а — прямой штрих; *б* — косой штрих слева направо; *в* — косой штрих справа налево

схемой, приведенной на рис. 101, *б*. При этом способе опиливания напильник следует передвигать одновременно и вдоль детали, и вправо — для снятия равномерного слоя металла со всей поверхности. Правильность опиливания проверяют линейкой.

Прием опиливания косым штрихом справа налево показан на рис. 100, *в* и 101, *в*.

Учебное задание 2 заключается в опиливании поверхности стальной плитки драчевым и личным напильником с выполнением перекрестных штрихов. Прием опиливания перекрестным штрихом более производителен и позволяет получить правильную поверхность.

Перекрестное опиливание выполняют драчевым напильником. Сначала всю поверхность опиливают слева направо, затем производят опиливание прямым штрихом и, не прерывая работу, переходят к опиливанию косым штрихом справа налево.

Опиливание выполнено верно, если штрихи расположены только на выпуклостях и перекрывают друг друга. Такое опиливание производят до тех пор, пока не будет снят необходимый слой металла. Качество обработки проверяют линейкой.

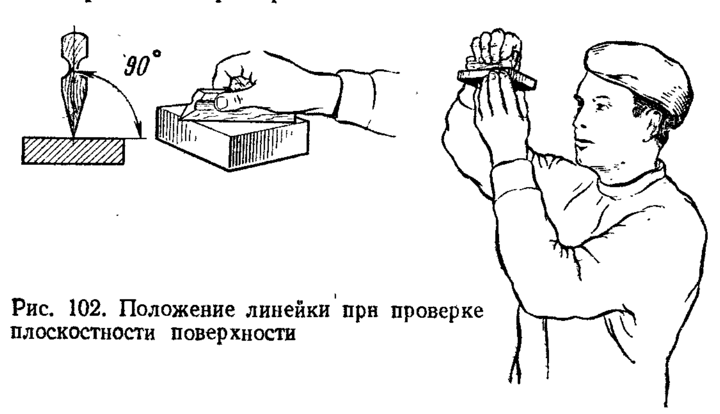


Рис. 102. Положение линейки при проверке плоскостности поверхности

После опиливания поверхности драчевым напильником переходят к обработке (чистовой) личным напильником. Правильность опиленной плоскости проверяют линейкой. Для этого с поверхности заготовки щеткой или тряпкой удаляют опилки и вынимают заготовку из тисков. Затем, взяв линейку в правую руку, осторожно прикладывают ее перпендикулярно обработанной поверхности. (Перемещать линейку по поверхности не следует, так как рабочая кромка изнашивается и теряет прочность.) Контроль осуществляют в нескольких местах, держа заготовку на уровне глаз и проверяя равномерность просвета (рис. 102). Если просвет узкий и равномерный, то поверхность опилена правильно.

Опиливание плоских поверхностей, сопряженных под внешним углом 90°. Ранее обработанную поверхность принимаем за базу. Чтобы не повредить обработанную поверхность детали, ее зажимают в тисках с алюминиевыми или медными нагубниками. При зажиме следует обращать внимание на хорошее закрепление губок тисков, не допускать перекоса детали. Верхняя горизонтальная поверхность детали должна находиться выше уровня губок тисков на 8—10 мм. Крепление должно быть прочным и надежным.

Опиливать поверхность драчевым напильником следует перекрестным штрихом (рис. 103), периодически контролируя прямолинейность плоскостей линейкой, а перпендикулярность к базовой поверхности — поверочным угольником.

Чистовое опиливание личным напильником следует производить по разметке, проверяя правильность опиливания линейкой и угольником до тех пор, пока опиливаемая поверхность будет точно подогнана к базовой поверхности под углом 90°. В такой же последовательности опиливают вторую боковую сторону.

Проверку внешнего угла сопряжения осуществляют угольником. Для этого заготовку вынимают из тисков, с помощью щетки или тряпки удаляют с поверхности опилки; затем берут заготовку в левую, а угольник в правую руку. Далее внутреннюю рабочую грань угольника прикладывают к базовой поверхности так, чтобы между второй

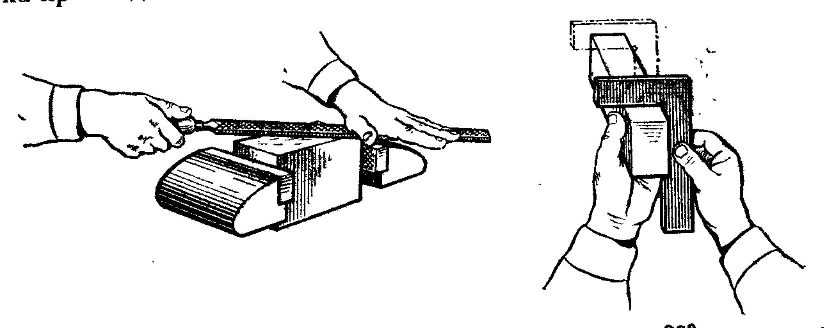


Рис. 103. Опиливание плоскостей, расположенных под углом 90°, и проверка угла угольником

гранью и опиливаемой поверхностью оставался зазор 2—3 мм (за базу принимают более длинную сторону угольника). Приложенную к базовой поверхности грань угольника плавно, без нажима сдвигают до соприкосновения второй грани с опиливаемой поверхностью и на глаз определяют зазор. Если световой зазор будет равномерным и узким, то поверхность опилена правильно. Если зазор неравномерный, то на просвет определяют место, подлежащее дополнительному опиливанию. Проверку на просвет производят в нескольких местах. (Положение угольника должно быть перпендикулярным к плоскости сечения изделия.)

Приемы и способы измерения деталей штангенциркулем с точностью отсчета по нониусу 0,1 мм. Штангенциркуль применяют в качестве измерительного инструмента для наружных и внутренних измерений.

Для глубинных, наружных и внутренних измерений используют штангенциркуль с точностью измерения 0,1—0,05 мм (в зависимости от точности обрабатываемой детали).

При проведении этого упражнения необходимо обучать технике измерения:

1) поставить на штангенциркуле размеры: 0,3; 0,9; 1,4; 1,7; 2,1; 2,8 и т. д.

2) прочитать показания по нониусу.

Пример. Прочитать показания по нониусу, если подвижная рамка находится в положении, при котором нулевое деление нониуса:

1) прошло по отношению к делениям на шкале штанги (мм): 0,4; 6; 8,1; 3,17;

2) деление на шкале штанги совпало со следующим делением нониуса: 71; 92; 56.

Технике измерений деталей штангенциркулем обучают в следующем порядке.

1. Проверяют ход движения рамки. Для этого стопорный винт отвинчивают на один оборот и рамку с подвижной губкой плавно перемещают по штанге. Ход должен быть не очень тугим и не очень слабым, так как тугой ход рамки затрудняет установку ее на точный размер, а слабый ход может вызвать быструю потерю установленного размера.

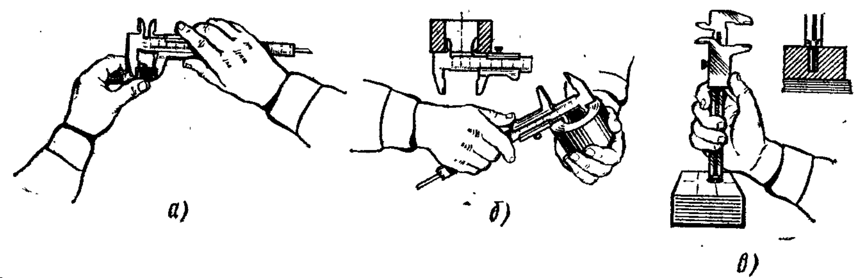


Рис. 104. Приемы измерения штангенциркулем:
а — наружное измерение; *б* — внутреннее измерение; *в* — измерение глубины

2. Проверяют плотность соприкосновения неподвижной и подвижной губок. Плавно, без особого усилия сдвигают подвижную губку до плотного соприкосновения с неподвижной губкой. У исправного штангенциркуля в плоскостях соприкосновения губок не должно быть просвета. Внешним осмотром проверяют отсутствие царапин и забоин на рабочих плоскостях губок (плоскости губок должны иметь чистую зеркальную поверхность).

3. Проверяют совпадение делений нониуса с делениями на штанге. При сомкнутых губках штангенциркуля нулевые деления нониуса и штанги, а также десятое деление нониуса и девятое деление штанги должны строго совпадать.

Измеряемую деталь помещают между рабочими поверхностями длинных губок, слегка поджимая ее к неподвижной губке (рис. 104, *а*). Затем небольшим усилием большого пальца правой руки перемещают подвижную губку до соприкосновения с деталью и закрепляют положение рамки стопорным винтом. По окончании измерения осторожно снимают с детали штангенциркуль и отсчитывают по нониусу размер.

Размеры паза или отверстия у деталей измеряют короткими губками (рис. 104, *б*). Губки вставляют в отверстие (паз), раздвигая их до полного соприкосновения со стенками отверстия и фиксируя положение рамки стопорным винтом (следует особо тщательно найти положение губок, чтобы размер, взятый на штангенциркуле, соответствовал размеру детали). По окончании измерения штангенциркуль осторожно снимают с детали и результат измерения считывают по нониусу.

Глубину измеряют стержнем глубиномера, расположенным в штанге штангенциркуля (рис. 104, *в*). При этом торцовую часть штанги ставят на измеряемую деталь и усилием большого пальца правой руки перемещают подвижную губку вниз до упора концом глубиномера в дно или уступ детали. Это положение рамки закрепляют стопорным винтом и результат измерения считывают по нониусу.

При работе необходимо не допускать ударов штангенциркулем об измеряемую деталь; особенно осторожно следует обращаться с измерительными поверхностями губок и со штангой. После окончания работы следует вытереть штангенциркуль вначале чистой, а затем промасленной салфеткой и вложить в футляр.

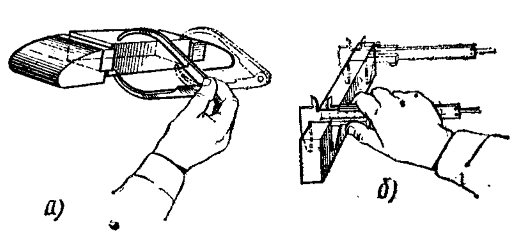


Рис. 105. Контроль параллельности плоскостей:
а — кронциркулем; *б* — штангенциркулем

Опиливание параллельных поверхностей. Опиливание параллельных плоскостей является более сложной операцией, при которой необходимо выдержать не только плоскостность, но и параллельность.

Опиливание выполняют в следующем порядке (рис. 105).

1. Драчевым напильником опиливают поверхность перекрестным штрихом, не доходя до рисок разметки и периодически контролируя прямолинейность поверочной линейкой. Припуск на дальнейшую обработку 0,5 мм.

2. Поверхность опиливают начисто личным напильником, проверяя правильность опиливания поверочной линейкой, а параллельность — кронциркулем до тех пор, пока плоскость не будет параллельно подогнана к базовой плоскости на размер.

Правильность опиленной плоскости проверяют поверочной линейкой. Параллельность двух поверхностей проверяют кронциркулем (рис. 105, *а*). Сначала ножки кронциркуля устанавливают между параллельными поверхностями так, чтобы их концы находились друг против друга, затем перемещают их, и ножки скользят по поверхности. Две плоскости считаются параллельными между собой, если концы ножек перемещаемого кронциркуля скользят по двум поверхностям в любом направлении при легком равномерном трении.

Окончательная проверка осуществляется штангенциркулем, с помощью которого измеряется параллельность в нескольких точках (рис. 105, *б*).

Опиливание поверхностей, сопряженных под острыми и тупыми внешними углами. Этот прием обычно изучают на изготовление мо-

лотка с квадратным бойком. С помощью чертилки и измерительной линейки на боковых поверхностях заготовки наносят наклонные риски. Затем деталь зажимают в тисках с алюминиевыми или медными нагубниками. Деталь устанавливают таким образом, чтобы обрабатываемая поверхность выступала над уровнем губок тисков на 8—10 мм и была расположена горизонтально. Крепление детали в тисках должно быть прочным и надежным.

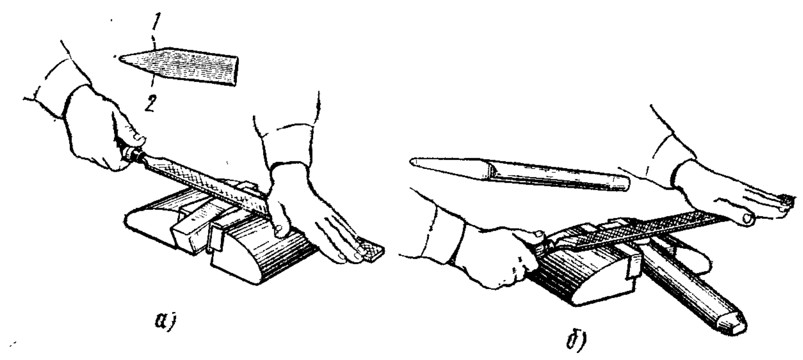


Рис. 106. Опиливание сопряженных плоскостей:
а — под тупым углом; *б* — под острым углом

Опиливание сопряженных поверхностей под тупым внешним углом выполняют в следующем порядке (рис. 106, *а*). Сначала перекрестным штрихом опиливают поверхность *1*, не доходя до рисок разметки и оставив припуск на дальнейшую обработку в 0,1 мм. Затем поверхность опиливают личным напильником, проверяя правильность опиливания линейкой, угольником и шаблоном. В такой же последовательности опиливают вторую (сопряженную) поверхность *2*.

Рис. 107. Проверка угла по шаблону

Во время работы следует периодически контролировать прямолинейность, перпендикулярность к боковой поверхности и угол сопряжения плоскостей. Правильность опиливаемой поверхности проверяют линейкой.

При пользовании шаблоном подгонку проверяют на просвет только на уровне глаз (рис. 107). При правильной подгонке поверхности световой зазор будет равномерным и узким. В случае неравномерного зазора определяют место, подлежащее опиливанию. Угол проверяют шаблоном в нескольких местах заготовки. Передвигать шаблон по металлу не рекомендуется, так как при этом рабочие грани изнашиваются и нарушается точность инструмента.

Опиливание сопряженных плоскостей под острым внешним углом выполняют соответствующими инструментами в такой же последовательности (см. рис. 106, *б*).

Опиливание поверхностей тонких деталей. При опиливании поверхностей тонких деталей их крепят на деревянной опоре с помощью деревянных планок или шпилек.

Закрепление детали на деревянной опоре показано на рис. 108. Сначала берут деревянный брусок с гладкой и ровной поверхностью, на котором размещают заготовку угольника. Затем по периметру детали прикладывают деревянные планки и прибивают их к бруску, обеспечивая плотное прилегание боковых граней планок к боковым плоскостям детали. Толщина планок должна быть меньше толщины детали. Установив брусок с деталью в тиски, принимают рабочее положение, берут в руки плоский драчевый напильник и приступают к опиливанию.

1. Перекрестным штрихом опиливают одну поверхность, периодически контролируя плоскостность поверхности поверочной линейкой.

2. Плоскость опиливают начисто плоским личным напильником, окончательно проверяя ее плоскостность линейкой.

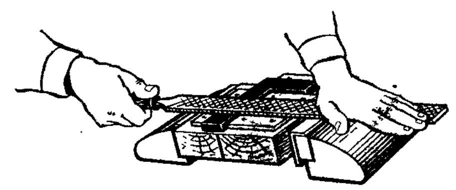


Рис. 108. Опиливание угольника на деревянной опоре

3. Переворачивают заготовку другой стороной, прочно закрепляют ее на деревянной опоре и в такой же последовательности опиливают плоскость, периодически проверяя ее поверочной линейкой, а параллельность сторон — штангенциркулем. Припуск на дальнейшую обработку должен составлять 0,1 мм. Затем опиливают эту поверхность начисто плоским личным напильником, проверяя плоскостность и параллельность до тех пор, пока параллельные плоскости не будут подогнаны по размеру.

Опиливание поверхностей, сопряженных под внутренним углом 90°. В этом упражнении рассматривается опиливание и пригонка деталей с внутренними углами на примере изготовления плоского угольника, все стороны которого обработаны в процессе выполнения предыдущих упражнений.

Узкие рабочие поверхности угольника следует обрабатывать так, чтобы они были параллельны и расположены под углом 90° к боковым поверхностям угольника, а две внутренние узкие плоскости были расположены под углом 90°. Упражнение выполняется в следующей последовательности.

1. Размечают внутренний угол. За базу разметки принимаем наружные узкие обработанные рабочие поверхности угольника, на определенном расстоянии от которых с помощью измерительной линейки и чертилки наносят параллельные риски, определяющие ширину боковых сторон угольника.

2. В тисках зажимают заготовку (рис. 109). По разметке опиливают первую узкую наиболее длинную плоскость (перекрестным штрихом), не доходя до риски разметки и оставив припуск на дальнейшую обработку 0,1 мм. Во время опиливания необходимо периодически контролировать прямолинейность, перпендикулярность к боковой стороне и параллельность узких плоскостей. В таком же

порядке выполняют предварительное опиливание второй узкой грани угольника.

3. Перед окончательным опиливанием в соответствии с чертежом размечают угловой прорез, необходимый для удобства опиливания вершины угла; затем слесарной ножовкой делают угловой прорез. Полотно ножовки имеет сточенный на абразивном круге боковой развод зубьев (для получения узкого паза).

Для проверки паза заготовку угольника зажимают в тисках так, чтобы прорез был расположен вертикально, а нижняя граница его находилась выше нагубников тисков на 3—5 мм.

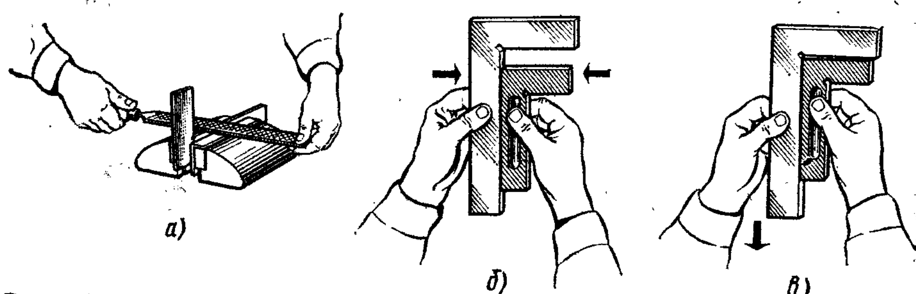


Рис. 109. Опиливание внутренних сопряженных плоскостей под углом 90° с проверкой угла угольником:

а — прием работы; *б* — предварительная установка угольника; *в* — окончательная установка угольника

4. Поперечным штрихом опиливают первую поверхность узкой грани угольника личным трехгранным или полукруглым напильником, периодически проверяя: а) сопряжение двух внутренних поверхностей узких граней — прямоугольным угольником; б) прямолинейность опиливания в продольном и поперечном направлениях — проверочной линейкой; в) параллельность поверхностей — штангенциркулем; г) перпендикулярность узкой поверхности грани к боковой — угольником.

Для чистого опиливания применяют напильники малого размера, конец которых для лучшего балансирования удерживают пальцами левой руки (рис. 109). В той же последовательности опиливают вторую узкую поверхность, после чего приступают к подгонке угла 90° между рабочими плоскостями.

5. Припиливают личным трехгранным напильником по угольнику одну полку под внутренним углом 90°.

Прямолинейность опиливаемой плоскости проверяют линейкой, подгонку внутренних поверхностей под углом 90° — угольником.

6. Внутренней рабочей гранью угольник прикладывают к базовой плоскости так, чтобы между второй гранью и опиливаемой поверхностью оставался зазор 2—3 мм (рис. 109, *а*). Затем угольник плавно сдвигают по базовой плоскости до соприкосновения второй грани с опиливаемой поверхностью (рис. 109, *б*). Если световой зазор равномерный и узкий, плоскость опилена правильно (проверку повторяют 2—3 раза). В случае неравномерного зазора на просвет

определяют место, подлежащее опиливанию. После того как все условия опиливания выполнены, напильником наводят продольный штрих.

Применение приспособлений при опиливании деталей. Для повышения производительности труда и точности обработки поверхностей тонких деталей применяют следующие приспособления.

1. Наметка (рис. 110, *а*) — стальная закаленная пластинка, имеющая горизонтальный и вертикальный выступы *1*. Внутренняя поверхность выступа *2*, а также плоскости *3* и *4* точно и чисто обработаны под углом 90°. На плоскости *3* имеется несколько резьбовых отверстий, которые используют для крепления упорных линеек и планок.

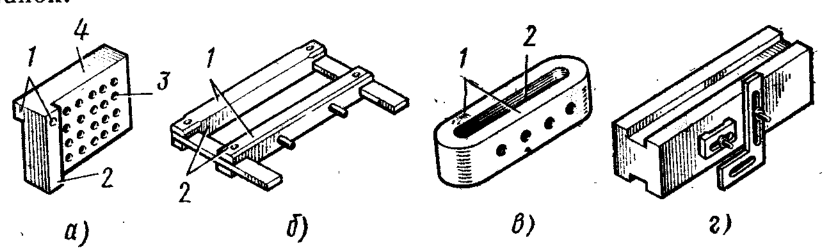


Рис. 110. Приспособления при опиливании:

а — наметка; *б* — раздвижная рамка; *в* — цельная рамка; *г* — призма с передвижной рамкой и установочным угольником

2. Раздвижная и цельная рамки (рис. 110, *б*, *в*). Поверхности *1* и *2* рамок точно и чисто обработаны под углом 90°. Резьбовые отверстия у цельной рамки служат для крепления обрабатываемой заготовки.

3. Призмы (рис. 110, *г*), изготовляемых из стали, имеющие закаленные поверхности. На одной из поверхностей укрепляют передвижную планку для крепления заготовки и передвижной установочный угольник или линейку.

С помощью приспособлений можно опиливать и распиливать заготовку на прямолинейных участках и участках, расположенных под различными углами; получить точную поверхность малой шероховатости, не производя в процессе обработки проверку прямолинейности поверочной линейкой и правильности обработки угла узкой грани по угольнику.

Применяя приспособления выполняют следующее.

1. На обрабатываемой заготовке размечают весь контур детали (по чертежу).

2. Заготовку устанавливают в приспособлении обрабатываемой стороной вверх, предварительно закрепляя ее по риске: а) на наметках и призмах — накладными планками с помощью винтов; б) на неподвижной рамке — винтами.

3. Выверяют точность установки заготовки в приспособлении таким образом, чтобы прочерченная риска разметки точно совпала с верхней рабочей плоскостью приспособления; окончательно закрепляют заготовку в приспособлении.

4. Приспособление с заготовкой зажимают в тисках. Установку и выверку заготовки в раздвижной рамке производят одновременно с закреплением приспособления в тисках. Для этого рамку с заготовкой устанавливают в тисках со слабым зажимом; легким постукиванием заготовку перемещают в рамке до тех пор, пока риска разметки точно совпадет с рабочей плоскостью рамки; окончательно зажимают рамку с заготовкой в тисках.

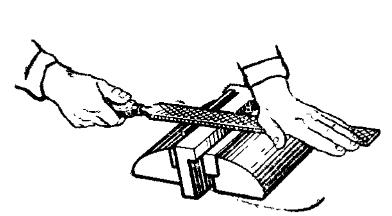


Рис. 111. Пример опиливания детали в наметке

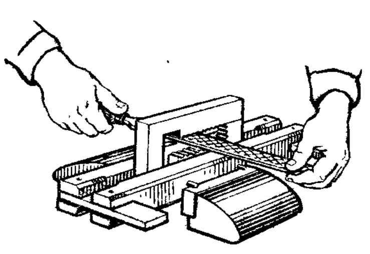


Рис. 112. Пример опиливания детали в раздвижной рамке

5. Драчевым напильником предварительно опиливают выступающую часть кромки заготовки, не доходя 0,3—0,5 мм до рабочих поверхностей приспособления (рис. 111—114). При опиливании необходимо соблюдать строгую параллельность направлений движений напильником по отношению к верхней рабочей плоскости приспособления.

6. Спиливают выступающие кромки заготовки заподлицо с плоскостью приспособления. При этом необходимо: а) применять старые

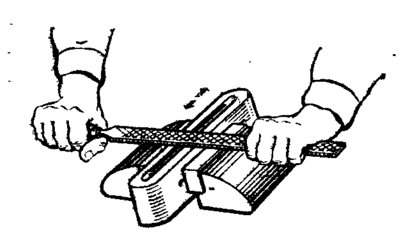


Рис. 113. Пример опиливания детали в цельной рамке

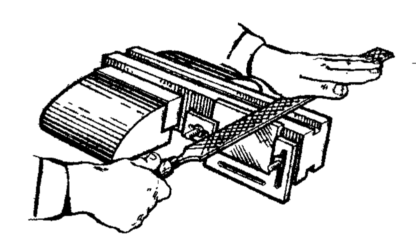


Рис. 114. Пример опиливания детали на призме

плоские напильники, так как при соприкосновении насечки напильника с закаленными поверхностями приспособления напильник притупляется; б) использовать прием окончательного опиливания продольным штрихом (см. рис. 113), при котором изнашивание напильника происходит только на небольшой площади его рабочей части. Опиливание заканчивают, когда напильник перестает снимать слой металла с обрабатываемой поверхности и скользит по всей поверхности.

7. Для опиливания второй и последующих кромок заготовку переставляют и закрепляют в новом положении так, чтобы размеченная риска точно совпала с рабочей поверхностью приспособления.

Последовательность в приемах и способах опиливания остается такой же, как рассмотрено выше.

Опиливание цилиндрических поверхностей. Это упражнение состоит из трех учебных заданий.

Учебное задание 1 по опиливанию цилиндрических поверхностей с опорой их на деревянном бруске или на губках тисков (на примере изготовления цилиндрической части хвостовика для слесарной ножовки из заготовки квадратного сечения) заключается в следующем.

1. Заготовку зажимают в тисках, опиливают торцовую поверхность под угольник и размечают центровую точку с накерниванием ее.

2. Из центровой точки проводят окружность диаметром, равным диаметру *a* стержня (рис. 115, *а*).

3. Размечают длину обрабатываемого стержня и с помощью угольника наносят риски на всех сторонах квадрата.

4. Трехгранным напильником пропиливают по рискам небольшие углубления на всех плоскостях квадрата.

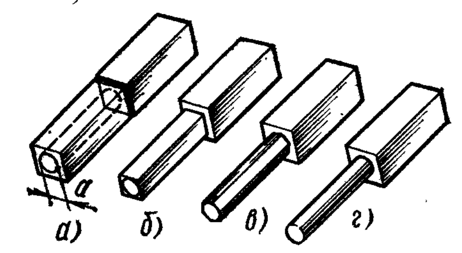


Рис. 115. Последовательность опиливания цилиндрической поверхности из прутка квадратного сечения

5. Плоским драчевым напильником последовательно опиливают все стороны стержня до размера квадрата в сечении, в которое вписана окружность стержня (рис. 115, *б*). Напильник располагают узким ребром без насечек в сторону выполненных углублений, чтобы не запилить поверхность уступа. Стороны сечения должны быть прямолинейны и сопряжены под углом 90°.

6. Плоским напильником опиливают углы призмы так, чтобы из нее получился правильный восьмигранник (рис. 115, *в*) с прямолинейными и равными ребрами по всей длине стержня (проверка производится штангенциркулем).

7. В тисках зажимают деревянный брусок, на верхней горизонтальной плоскости которого параллельно губкам тисков выпиливают трехгранную канавку.

8. Заготовку закрепляют квадратным концом в ручных тисках так, чтобы длина восьмигранника выступала за губки тисков.

9. Ручные тиски с заготовкой берут в левую руку, опиливаемый стержень укладывают на опору в канавку бруска. Затем в правую руку берут плоский напильник с личной насечкой, накладывают его на поверхность восьмигранника и приступают к опиливанию.

Опиливание выполняют, применяя следующие приемы:

при движении напильника от себя (рабочий ход) правая рука с рукояткой напильника поднимается вверх с одновременным давлением указательным пальцем на напильник; в это время передняя

часть напильника опускается вниз, а левая рука поворачивает заготовку навстречу ходу напильника (рис. 116, *а*);

при движении напильника на себя (вспомогательный ход) правая рука с рукояткой напильника опускается с ослаблением нажима указательного пальца на напильник, а левая рука поворачивает заготовку в исходное положение.

10. Опиливание чередуют с вращением заготовки до образования на стержне цилиндрической поверхности по заданному диаметру (см. рис. 115, *г*).

При опиливании деталей большего диаметра их можно удерживать левой рукой и опиливать на губках тисков, раздвинутых на расстояние немного меньше диаметра стержня (рис. 116, *б*).

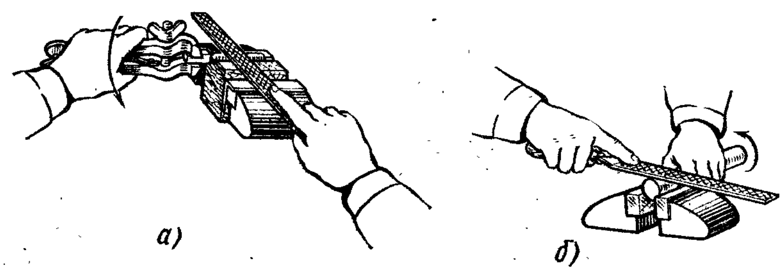


Рис. 116. Приемы опиливания цилиндрической поверхности:
а — на деревянном бруске; *б* — на губках тисков

Учебное задание 2 по опиливанию цилиндрической поверхности с горизонтальной установкой заготовки в тисках состоит в следующем.

1. Торцовую часть заготовки опиливают под угольник.

2. На торце размечают и проводят окружность заданного диаметра d, размечают риску вокруг цилиндра на расстоянии h от торца (рис. 117, *а*).

3. По риске вокруг цилиндра трехгранным напильником пропиливают небольшое углубление.

4. Заготовку зажимают в тисках горизонтально так, чтобы ее конец выступал над краем губок тисков немного больше длины образуемого стержня.

5. Плоским драчевым напильником опиливают цилиндрическую поверхность заготовки (рис. 117, *а*): а) при движении вперед (рабочий ход) правая рука с напильником опускается вниз, а левая рука и передняя часть напильника поднимаются вверх; б) при движении назад (вспомогательный ход) правая рука будет подниматься, а левая рука с концом напильника опускаться. Такие сложные движения при опиливании обеспечивают равномерный съем частн металла с выпуклой поверхности при плавном ее закруглении.

6. Заготовку переставляют в тисках так, чтобы необработанная поверхность находилась в зоне работы напильника.

7. Перестановки заготовки чередуют с опиливаннем до образования стержня круглого сечения по заданному диаметру.

8. Окончательно зачищают цилиндрическую поверхность личным напильником, проверяя диаметр стержня штангенциркулем и цилиндрическую сферу радиусомером.

Другой способ опиливания цилиндрической поверхности с вертикальной установкой заготовки в тисках состоит в следующем.

1. Торцовую плоскость заготовки опиливают под угольник.

2. Размечают и наносят окружность.

3. По окружности цилиндрической детали намечают и пропиливают (трехгранным напильником) небольшое углубление.

4. Для защиты напильника от соприкосновения с губками тисков, а также для опоры узкого ребра напильника при опиливании на заготовку надевают круглую шайбу.

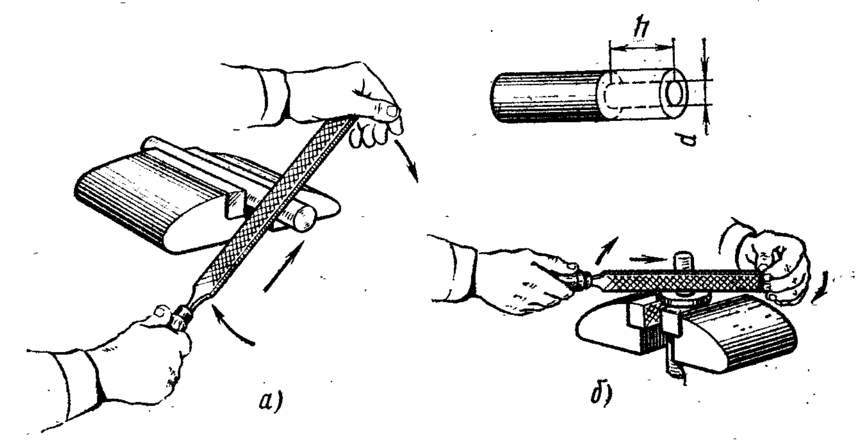


Рис. 117. Заготовка и приемы опиливания цилиндрической поверхности с установкой заготовки в тисках:
а — горизонтально; *б* — вертикально

5. Заготовку зажимают в тисках вертикально, чтобы обрабатываемый конец заготовки выступал над плоскостью шайбы на размер длины образуемого стержня.

6. Плоским драчевым напильником опиливают цилиндрическую поверхиость заготовки (рис. 117, *б*). При опиливании сочетают движение напильника вперед с одновременным отводом носка (конца) напильника от детали. Пятку напильника (с рукояткой) перемещают по направлению к детали.

7. Для того чтобы необработанная поверхность разместилась в зоне работы напильником, заготовку постепенно поворачивают в тисках.

8. Перестановку заготовки в тисках чередуют с опиливанием до образования стержня круглого сечения.

9. Обрабатываемую цилиндрическую поверхность зачищают личным напильником.

Качество опиливания проверяют штангенциркулем, измеряя диаметр стержня не менее чем в трех местах по длине стержня.

Опиливание выпуклых поверхностей по разметке. Разновидностью криволинейного опиливания является обработка по разметке деталей, имеющих выпуклый контур с широкой или узкой поверхностью. Прежде чем приступить к опиливанию, необходимо изучить чертеж, установить последовательность разметки и обработки, определить рациональный способ удаления лишнего металла с учетом наименьшего припуска на дальнейшую обработку.

Упражнение заключается в опиливании наружного контура рамки слесарной ножовки (широкие плоскости были обработаны).

1. Узкое прямолинейное ребро *1* опиливают начисто под лекальную линейку и под угольник 90° к широкой плоскости.

2. Опиливают узкое прямолинейное ребро *2* с дополнительной проверкой расположения двух узких ребер *1*, *2* под углом 90°. Прием проверки показан на рис. 118.

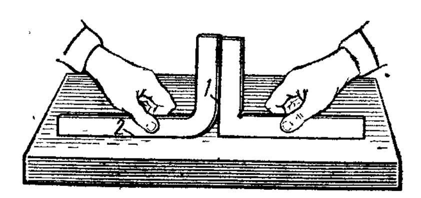


Рис. 118. Прием проверки внешнего угла рамки ножовки

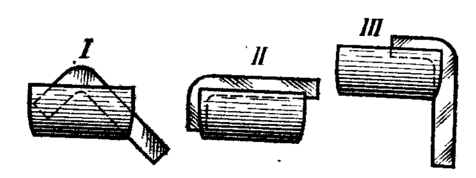


Рис. 119. Предварительное опиливание узкой плоскости выпуклого ребра рамки: *I—III* — этапы перестановки заготовки

3. Выпуклую поверхность размечают по шаблону.

4. Плоским драчевым напильником предварительно опиливают часть криволинейного контура, не доходя до риски 0,3—0,5 мм (рис. 119).

5. По мере опиливания криволинейной поверхности рамку переставляют в тисках (рис. 119). Затем весь выпуклый контур опиливают личным напильником по границам разметки. Опиливание проводится перпендикулярно к плоскости опиливаемой рамки. Напильник нужно двигать не только вперед, но для снятия равномерного слоя его следует перемещать немного вправо (по направлению выпуклости). Во время работы ось напильника должна находиться в горизонтальном положении.

Опиливание заканчивают после того, как будут достигнуты плавный переход в местах сопряжений, плотная подгонка криволинейной поверхности по шаблону на просвет, перпендикулярность обработанных поверхностей к боковой плоскости рамки по угольнику.

Опиливание вогнутых поверхностей по разметке. Второй разновидностью криволинейного опиливания является обработка по разметке деталей, имеющих вогнутые поверхности. Прежде чем приступить к опиливанию вогнутого контура, необходимо выбрать полукруглый или круглый напильник, чтобы радиус их закруглений был меньше радиуса закругления опиливаемой поверхности.

Рамка слесарной ножовки является переходящим объектом учебной работы для выполнения работ по опиливанию вогнутой

поверхности с сопрягаемыми с ней ребрами *3* и *4* (рис. 120, *а*). При этом соблюдают следующую последовательность.

1. На широкие плоскости рамки наносят риски, параллельные граням *1* и *2*, и сопрягаемую дугу (с разметкой по шаблону).

2. Рамку зажимают в тиски и прямолинейные ребра *3* и *4* опиливают до рисок с проверкой под лекальную линейку к широкой боковой плоскости под углом 90° и на параллельность узких ребер *1* к *3* и *2* к *4* — штангенциркулем.

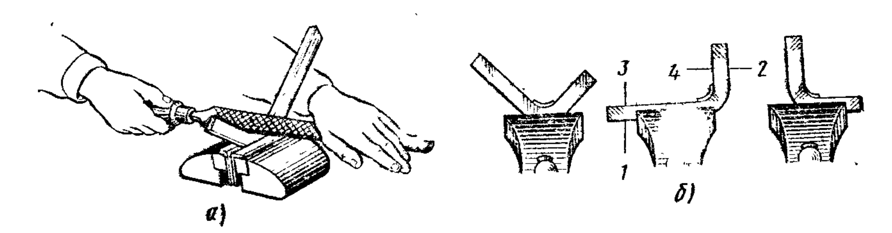


Рис. 120. Опиливание вогнутой поверхности:
а — прием работы; *б* — последовательность перестановки заготовки в тисках

3. Вогнутую поверхность предварительно опиливают полукруглым драчевым напильником, не доходя до риски разметки 0,3—0,5 мм (рис. 120, *а*). Опиливание вогнутой поверхности выполняют с тремя перестановками рамки в тисках (рис. 120, *б*). При перемещении напильника от себя его немного поворачивают вокруг оси и смещают в сторону, а при перемещении напильника к себе те же движения выполняют в обратную сторону. Такой прием обеспечивает получение плавной криволинейной поверхности.

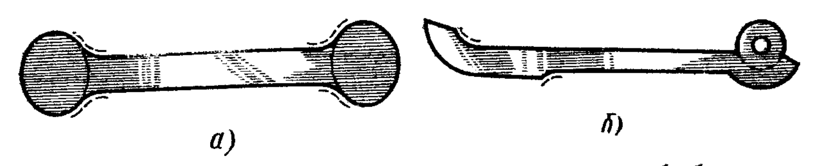


Рис. 121. Примеры опиливания вогнутых поверхностей при обработке:
а — гаечного ключа; *б* — ручных тисков

4. Вогнутую поверхность опиливают полукруглыми личными напильниками и выполняют перестановку рамки (см. рис. 120, *а*).

Опиливание заканчивают после того, как будут достигнуты плавный переход в местах сопряжений, плотная подгонка криволинейной поверхности по шаблону на просвет, перпендикулярность ребер к боковой плоскости по угольнику.

Рассмотрим последовательность опиливания узкой вогнутой поверхности на примере обработки криволинейного контура головок гаечного ключа (обрабатываемые поверхности показаны на рис. 121, *а* штриховой линией).

1. Контур гаечного ключа размечают по шаблону.

2. Заготовку зажимают в тисках (с учетом ее последовательной перестановки). Так как вогнутая часть головки ключа имеет малую кривизну, можно ограничиваться двумя перестановками.

3. Вогнутую поверхность опиливают драчевым напильником, не доходя до риски 0,3—0,5 мм, используя две перестановки заготовки в тисках. Опиливание выполняют при сочетании возвратно-поступательного и вращательного движений напильника по вогнутой поверхности. Такие движения обеспечивают получение плавной криволинейной поверхности, в этом случае используется вся рабочая часть напильника.

4. Заготовку переставляют в тисках, вогнутую поверхность обрабатывают личным напильником начисто по риске.

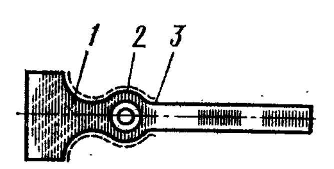


Рис. 122. Пример опиливания сопрягаемых выпуклых и вогнутых поверхностей

5. Опиливание заканчивают добившись: а) плавного перехода в местах сопряжений; б) плотной подгонки криволинейной поверхности по шаблону на просвет; в) перпендикулярности обработанных поверхностей к боковой плоскости ключа по угольнику.

Учебное задание по опиливанию вогнутой поверхности у ручных тисков (рис. 121, *б*) является сложным, так как необходимо выдержать вогнутый профиль по всей ширине обрабатываемой поверхности с дополнительной проверкой правильности опиливания линейкой. Следует иметь в виду, что шаблоном можно проверить только кривизну поверхности.

Для совершенствования навыков по опиливанию рекомендуется учебное задание по обработке сопрягаемых криволинейных поверхностей с подгонкой их по шаблону на примере опиливания поверхностей ручных тисков (рис. 122).

При опиливании отдельных участков применяют напильники следующих профилей: круглый напильник — для вогнутой поверхности *1*, полукруглый напильник — для вогнутой *3* и выпуклой *2* поверхностей.

Это учебное задание завершается опиливанием начисто сначала выпуклой, а затем вогнутой поверхности. Такая последовательность необходима для перехода с верхнележащих к нижележащим поверхностям, так как при обработке верхней поверхности напильник может соскользнуть и повредить нижнюю обрабатываемую поповерхностей.

Опиливание криволинейных поверхностей с применением приспособлений. Для изготовления партии деталей, одинаковых по форме и размерам, применяют специальные приспособления — кондукторы и накладные шаблоны. Кондуктор состоит из двух закаленных рабочих пластин, имеющих точную форму обрабатываемой детали. Между пластинами кондуктора устанавливают и закрепляют заготовку. Накладной шаблон представляет собой рабочую пластину, точно обработанную по форме и размерам изделия. Кондуктор или накладной шаблон закрепляют с одной установки на весь период опиливания контура, так как перестановка может вызвать брак в работе. Преимущество этих приспособлений состоит в том, что с их помощью можно обрабатывать с большой точностью одно или несколько изделий одновременно (в пакете) без разметки.

Упражнение состоит из трех заданий.

Учебное задание 1 включает опиливание криволинейного контура по копировальному приспособлению — рамке (рис. 123, *а*) на примере обработки наружного контура фасонной производственной детали (рис. 123, *б*).

1. Подготавливают требуемое число заготовок, начисто обработанных по наружному периметру без вогнутых поверхностей.

2. Заготовку устанавливают в копировальное приспособление (рамку) обрабатываемыми поверхностями вверх.

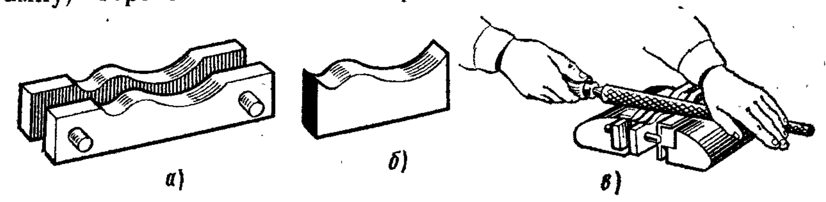


Рис. 123. Опиливание в копировальном приспособлении:
а — приспособление; *б* — образец детали; *в* — прием работы

3. Рамку с заготовкой зажимают в тисках так, чтобы часть поверхности, подлежащая опиливанию, выступала над губками тисков не более чем на 15 мм.

4. Драчевым напильником поочередно опиливают вогнутые поверхности, не доходя до рабочих криволинейных поверхностей рамки 0,3—0,5 мм (рис. 123, *в*).

5. Выступающие кромки заготовки окончательно опиливают личным напильником (заподлицо с криволинейной поверхностью рамки). При этом необходимо: а) в процессе опиливания вогнутых поверхностей при поступательном движении напильника вперед поворачивать его вокруг оси и немного смещать в сторону; б) заканчивать опиливание осторожно, применяя старые напильники небольшой длины, так как при соприкосновении насечки напильника с закаленными поверхностями рамки напильник притупляется; в) закончить опиливание, когда напильник перестанет снимать слой металла с обрабатываемой поверхности и скользит по ней.

Учебное задание 2 заключается в опиливании деталей криволинейного контура по шаблону (рис. 124) на примере обработки наружной поверхности дужки разметочного циркуля.

1. На заготовке по шаблону просверливают два отверстия заданного диаметра и опиливают на них заусенцы.

2. Шаблон накладывают на заготовку по заранее просверленным отверстиям и винтами с гайками скрепляют заготовку и шаблон.

3. Шаблон с заготовкой зажимают в тисках так, чтобы часть поверхности, подлежащая опиливанию, выступала выше губок тисков (не менее чем на 5 мм).

4. Опиливают часть поверхности, выступающую над рабочими сторонами шаблона, не доходя до них на 0,3—0,5 мм, используют плоский или полукруглый драчевый напильник.

5. Шаблон с заготовкой перестанавливают в тисках и, применяя напильники определенного профиля, выполняют предварительную обработку всего контура (рис. 124, *а*, *б*).

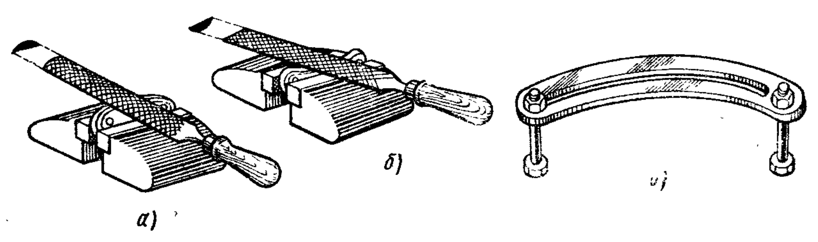


Рис. 124. Опиливание поверхностей по шаблону:
а — выпуклой; *б* — вогнутой; *в* — шаблон

6. Окончательно весь контур опиливают личным напильником с перестановкой заготовки в тисках. При этом следует избегать скольжения насечки напильника по закаленной рабочей части шаблона и порчи напильника.

Во время опиливания следует периодически проверять обрабатываемую поверхность по угольнику; базой для проверки будет наружная плоскость шаблона. Такие измерения производятся по всей длине криволинейного контура.

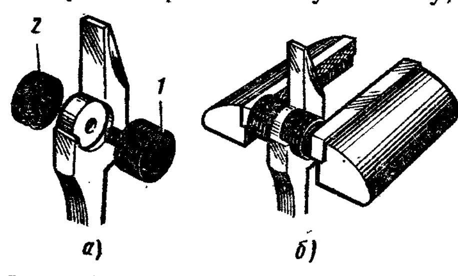


Рис. 125. Шаблон-вкладыш для подгонки шарнирного соединения плоскогубцев:
а — шаблон-вкладыш; *б* — установка и закрепление шаблона-вкладыша в тисках

Учебное задание 3 состоит в опиливании криволинейной поверхности с применением шаблона-вкладыша на примере подгонки шарнирного соединения плоскогубцев.

1. Вкладыш-шаблон вставляют в место расположения шарнира одной половинки плоскогубцев (рис. 125, *а*). Для этого стержень шаблона-вкладыша *1* помещают в центровое отверстие, а его цилиндрическую часть — в раззенкованное отверстие шарнира. Деталь *2* надевают на выступающий конец стержня с противоположной стороны заготовки.

2. Шаблон-вкладыш с заготовкой зажимают в тисках обрабатываемой поверхностью вверх (рис. 125, *б*).

3. Предварительное опиливание криволинейной поверхности выполняют, не доходя до рабочих поверхностей шаблона-вкладыша на 0,3—0,5 мм.

4. Окончательно опиливают поверхность трехгранным личным напильником малой длины и следят за тем, чтобы насечка напильника не скользила по закаленной поверхности вкладыша шаблона и точно была обработана криволинейная сфера шарнира.

Обработка металлических деталей стальными щетками, фрезами, шарошками, круглыми фасонными напильниками. Обработку металлических деталей стальными щетками, фрезами, шарошками, круглыми фасонными напильниками выполняют с помощью электрической машины (рис. 126). При работе электрической машиной с гибким валом независимо от назначения различных режущих инструментов используют общие приемы и способы работы, выполняемые в такой последовательности.

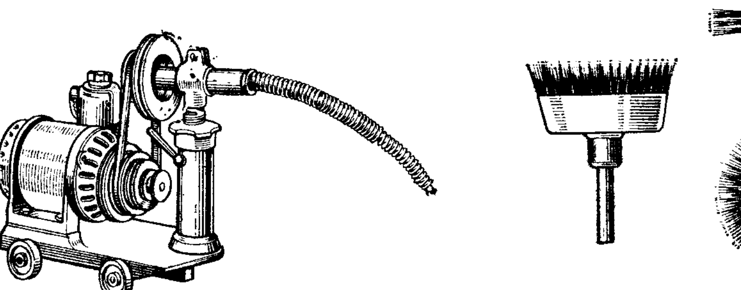


Рис. 126. Привод электрической машины с гибким валом

Рис. 127. Круглые стальные щетки

1. Перед пуском машины проверяют наличие смазочного материала в гибком вале; контакт заземляющего провода с корпусом машины и заземляющим устройством; исправность гибкого вала путем вращения вручную (при отключенном двигателе), где гибкий вал должен работать без заеданий; безотказность работы выключателя и исправность машины путем пробного пуска ее вхолостую в течение 0,5—1 мин.

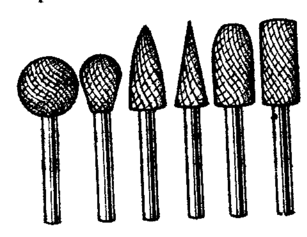


Рис. 128. Фрезы-шарошки

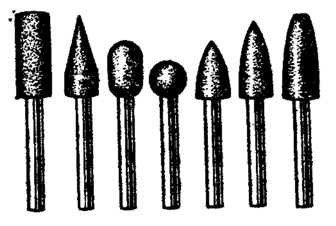


Рис. 129. Круглые фасонные напильники

2. В зависимости от вида выполняемой операции и конфигурации обрабатываемой поверхности выбирают необходимый режущий инструмент.

Для очистки деталей от ржавчины и краски применяют стальные круглые щетки (рис. 127), для грубой обдирки поверхностей— фрезы-шарошки (рис. 128), для опиливания и зачистки поверхностей — круглые напильники (рис. 129).

3. Режущий инструмент устанавливают и надежно закрепляют в концевой оправке гибкого вала.

4. Изучают требования безопасности труда при работе с электрической машиной с гибким валом.

5. Организуют рабочее место, на котором не должно быть ничего лишнего и мешающего выполняемой работе.

6. Надевают защитные очки.

7. Включают электродвигатель.

Во время работы оправку гибкого вала удерживают двумя руками, режущий инструмент доводят до соприкосновения с обрабатываемой поверхностью и совершают его поступательно-возвратные перемещения, выполняя обработку поверхности.

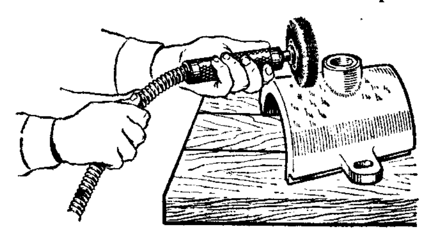


Рис. 130. Прием очистки поверхности стальной щеткой

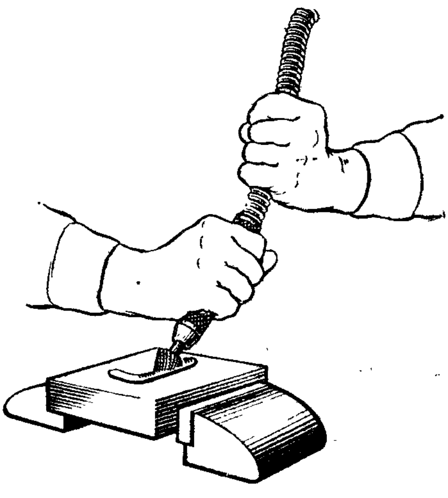


Рис. 131. Прием обработки поверхностей фрезами-шарошками

В процессе работы необходимо следить: за работой гибкого вала, не допуская большого перегиба (большой перегиб вызывает его нагрев и перегрузку электродвигателя); за силой нажима режущего инструмента на обрабатываемую поверхность (сильный нажим ведет к перегрузке гибкого вала).

При работе каждым режущим инструментом следует выполнять особые требования.

Работая круглыми стальными щетками (рис. 130), необходимо избегать соприкосновения рук с вращающимися стальными щетками.

При работе фрезами-шарошками (рис. 131) следует устойчиво удерживать режущий инструмент, плавно и равномерно перемещать фрезу-шарошку по обрабатываемой поверхности, не допуская получения грубой волнистой поверхности.

Обрабатывая поверхность круглым напильником (рис. 132), необходимо правильно регулировать силу нажима на напильник, которая зависит от насечки: чем меньше насечка, тем меньше должна быть сила нажима.

В процессе опиливания не следует допускать: 1) использования новых напильников для обработки поверхностей с окалиной или

отливок с коркой; 2) засаливания и забивания углублений между режущими зубьями стружкой, что ухудшает качество работы напильника. Засаленные напильники очищают твердым древесным углем или мелом, натирая поверхность напильника в направлении насечек до полного уничтожения следов масла.

От стружки напильник очищают стальными щетками.

Обработка металлических поверхностей шлифовальными машинками. Для зачистки поверхностей и швов, а также шлифования поверхностей в труднодоступных местах применяют электрические, пневматические машинки с абразивными головками, имеющими привод от гибкого вала. Шлифование осуществляют периферийной частью круга.

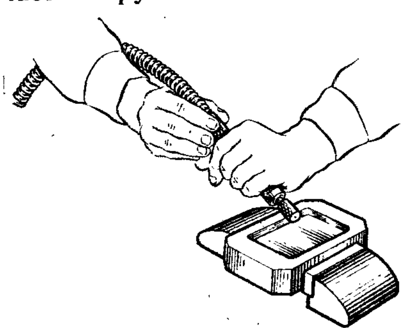


Рис. 132. Прием опиливания круглыми напильниками

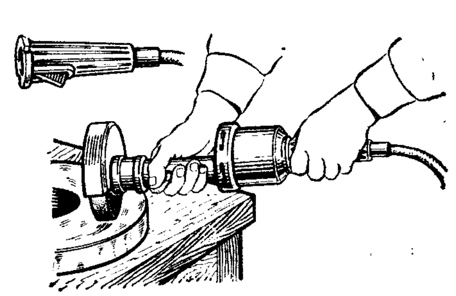


Рис. 133. Прием шлифования поверхностей электрической шлифовальной машинкой

Для выполнения работы электрическими шлифовальными машинками необходимо:

1. Изучить требования безопасности труда при работе ручным электрифицированным инструментом, изложенные в гл. «Резка».

2. Работать только в защитных очках.

3. Надежно закрепить круг на валу машинки. При установке абразивного круга между кругом и шайбами необходимо поставить эластичные прокладки.

Для выполнения шлифования машинку берут в руки (рис. 133) и располагают ее корпус в горизонтальном положении; нажав на курок, включают электродвигатель и подносят шлифовальный круг к месту обработки; совершая поступательно-вращательные перемещения машинки, поддерживают контакт между обрабатываемой поверхностью и шлифовальным кругом. Для облегчения работы шлифовальную машинку обычно укрепляют на пружинной подвеске.

Шлифование заканчивают при достижении требуемой шероховатости поверхности.

Для обработки поверхностей кроме электрических применяют пневматические шлифовальные машинки двух типов [в одном из них процесс шлифования производится периферией шлифовального круга (рис. 134), а в другом — торцовой частью круга (рис. 135)].

Процесс шлифования поверхностей пневматическими машинками состоит из приемов, аналогичных приемам шлифования электрическими машинками. До того как приступить к работе, необходимо

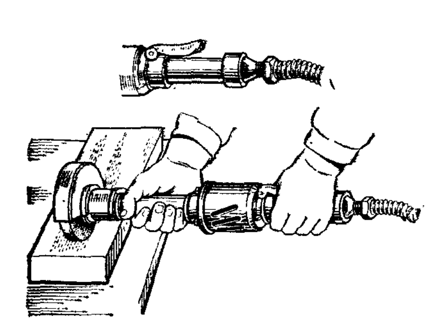


Рис. 134. Прием шлифования поверхностей пневматической шлифовальной машинкой

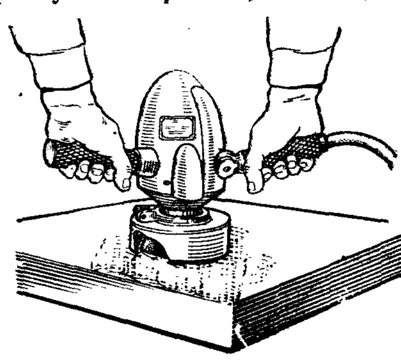


Рис. 135. Прием шлифования поверхностей торцовой поверхностью абразивного круга вертикальной пневматической машинкой

изучить требования безопасности труда при работе ручными пневматическими инструментами, изложенные в гл. «Рубка».

При работе пневматической шлифовальной машинкой шлифование может производиться торцовой плоскостью абразивного круга. Во время работы машинку удерживают двумя руками за рукоятку и перемещают вперед и назад. Включение и выключение пневматической машинки осуществляют поворотом правой рукоятки. Частоту вращения регулируют краном воздухопровода путем изменения подачи воздуха, поступающего в двигатель.

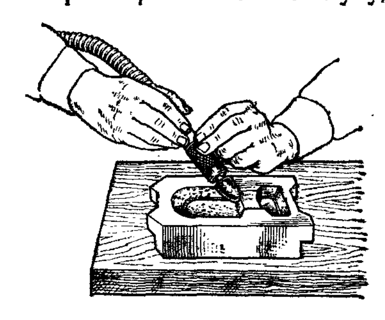


Рис. 136. Прием шлифования поверхностей абразивными фасонными головками с приводом от гибкого вала

Прием шлифования фасонными головками с приводом от гибкого вала показан на рис. 136.

Выбор формы абразивной головки зависит от профиля обрабатываемой поверхности (рис. 137). Процесс шлифования выполняют в такой же последовательности, как опиливание поверхности круглым напильником. Прием шлифования поверхностей абразивным кругом с приводом от гибкого вала показан на рис. 138.

Опиливание поверхностей на стационарном опиловочно-зачистном станке. Для облегчения труда рабочего и повышения производительности слесарных работ, не требующих высокой точности, операцию опиливания выполняют на опиловочных станках (рис. 139). На этих станках можно обрабатывать поверхности различной формы, расположенные под разными углами.

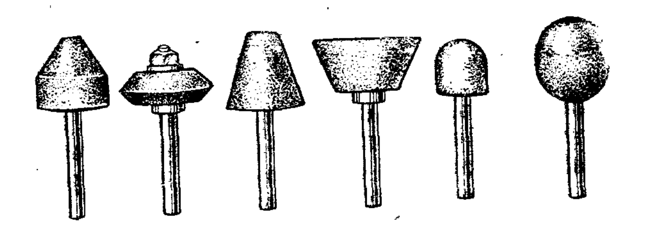


Рис. 137. Абразивные фасонные головки

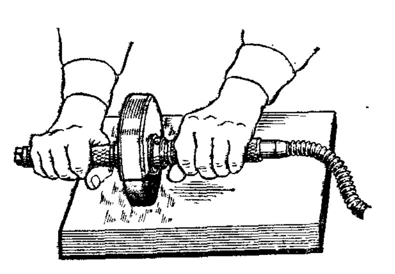


Рис. 138. Прием шлифования поверхностей абразивным кругом с приводом от гибкого вала

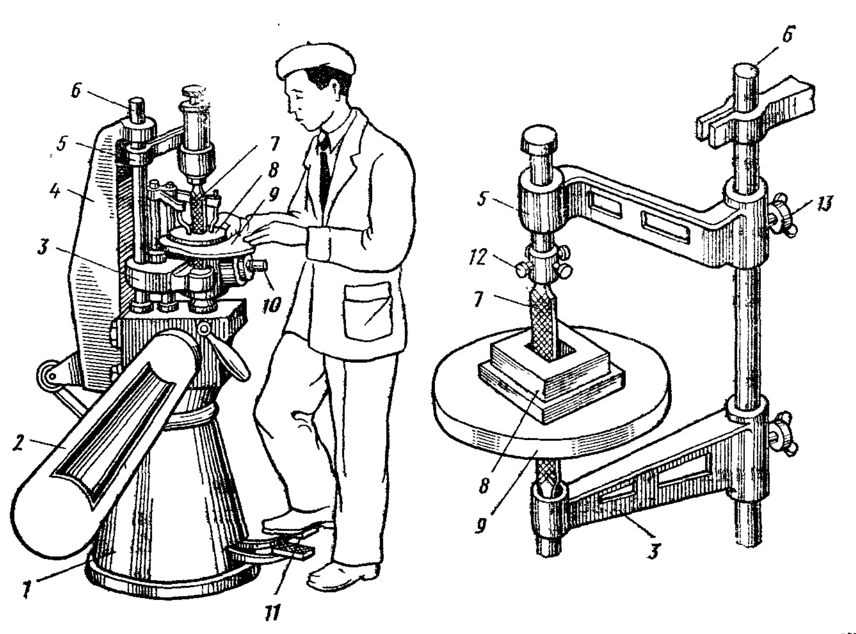


Рис. 139. Опиливание поверхностей на стационарном опиловочно-заточном станке: 1 — станина; 2 — шкивы; 3, 5 — кронштейны; 4 — стойка; 6 — шток; 7 — напильник; 8 — обрабатываемая деталь; 9 — стол; 10, 12, 13 — винты; 11 — педаль

Опиливание производят при вертикальном движении штока *6* с напильником, приводимым в действие механизмом станка.

Прежде чем приступить к работе на станке, его необходимо подготовить.

1. Подобрать напильники с конической заточкой на конце необходимого сечения (в зависимости от формы обрабатываемой детали).

2. Установить хвостовик напильника *7* в отверстие верхнего кронштейна *5* и закрепить его винтами *12*.

3. Отвернуть винт *13* и сместить вниз по штоку *6* верхний кронштейн *5* так, чтобы нижний конец напильника с конической заточкой плотно вошел в конусное углубление нижнего кронштейна *3*, закрепив напильник на штоке *6* винтом *13*.

4. Проверить угольником правильность установки напильника по отношению к столу *9*.

При выполнении опиливания нажимают на педаль *11* и пускают станок. Деталь кладут на плоскость стола. Удерживая деталь руками, плавно перемещают ее до соприкосновения обрабатываемой стороны с напильником и с небольшим нажимом на рабочую поверхность напильника удаляют лишний слой металла.

По окончании опиливания освобождают педаль и останавливают станок.

Во время работы станка не следует допускать большого давления детали на напильники и соприкосновения рук с напильником.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие виды напильников вы знаете и каково их назначение? Как подобрать напильник по длине для выполняемой работы?
2. Чем и как производится проверка опиливаемых плоскостей на прямолинейность, параллельность, сопряженных под углом 90°?
3. Какие приемы опиливания выпуклых и вогнутых поверхностей вы знаете? Чем проверяют их форму?
4. Как выполняют опиливание деталей с применением наметок, рамок, кондукторов?
5. Какие механизированные инструменты применяют при обработке поверхностей?
6. Какие способы и приемы отделки поверхности вы знаете?
7. Какие требования безопасности труда надо соблюдать при опиливании?

СВЕРЛЕНИЕ, ЗЕНКЕРОВАНИЕ, ЗЕНКОВАНИЕ И РАЗВЕРТЫВАНИЕ

Требования безопасности труда. Приступая к проведению учебной работы по сверлению, зенкерованию, зенкованию и развертыванию, инструктор производственного обучения обязан:

1. До начала работы внимательно осмотреть и проверить: исправность оградительных устройств вращающихся частей (ременных и зубчатых передач) и надежность их закрепления; исправность пусковых приспособлений и распределительных устройств (рубильников, магнитных пускателей, кнопочных станций и других электро-

устройств), которые должны иметь защитные кожухи, исключающие непосредственное соприкосновение работающего с токопроводящими частями станка (станина сверлильного станка, корпус электродвигателя, кожухи пусковых и распределительных устройств должны иметь надежное заземление через болтовое или сварное соединение).

2. Проверить, плотно ли застегнута одежда у обучающихся. Одежда не должна иметь висящих концов, тесемок и других захватывающихся частей; рукава спецодежды должны быть завязаны, а волосы убраны под головной убор.

3. Осмотреть весь инструмент и приспособления (гаечные ключи не должны иметь трещин и отколов, губки зева не должны быть забитыми и погнутыми). Запрещается применение ключей с разработанным и разведенным зевом, а также с зевом, не соответствующим размеру гайки или головке болта. Разводные ключи не должны иметь сбитых или перекошенных губок. Рабочая поверхность подвижной губки должна быть параллельна рабочей поверхности неподвижной губки. Механизм перемещения губки должен обеспечивать прочность ее крепления; рукоятка ключа должна быть гладкой без забоин и заусенцев.

Во время работы сверлильного станка запрещается чистить, обтирать и смазывать движущиеся и вращающиеся части, переводить ремень со ступени на ступень при работающем двигателе.

Нельзя сдувать стружку или удалять ее руками во избежание засорения глаз или ранения рук. После остановки станка мелкую стружку следует удалить щеткой, а витую — крючком. Не рекомендуется допускать образования длинных витых стружек, которые, вращаясь вместе со сверлом, могут поранить руки и лицо. При сверлении хрупких металлов (бронза, чугун) необходимо пользоваться защитными очками.

Не следует пользоваться тампонами или ветошью для подачи охлаждающей жидкости в обрабатываемое отверстие, так как ветошь может намотаться на сверло и захватить пальцы работающего. Нельзя прикасаться к вращающемуся сверлу и движущимся частям руками.

На сверлильных станках необходимо работать без рукавиц, так как они могут быть захвачены вращающимися частями станка. При сверлении деталей их следует надежно зажимать в тисках или других приспособлениях. Нельзя облокачиваться на станок и класть на него инструмент, детали и другие предметы.

При работе на сверлильном станке обучающимся запрещается исправлять неполадки. Если неисправность обнаружена, обучающийся обязан немедленно прекратить работу и сообщить об этом мастеру или инструктору.

При пользовании переносными лампами их ручки и сетки должны быть изолированы от токоведущих частей. Токоведущий провод переносной лампы должен входить через ручку, изготовленную из изолирующего материала. Для переносных ламп допускается напряжение 36 В, а при работе в помещениях с повышенной опасностью напряжение 12 В.

Кроме того, необходимо изучить требования безопасности труда при работе ручным электрифицированным, ручным пневматическим инструментом.

Срок службы, производительность и точность работы станка зависят от внимательного и аккуратного ухода за ним.

До начала работы необходимо тщательно осмотреть станок, проверить его исправность и, если нужно, смазать.

Во время работы на станке необходимо поддерживать порядок, не загромождать рабочее место ненужными инструментами и деталями. Если во время работы станок будет дребезжать, стучать или обнаружится чрезмерный нагрев подшипников и т. п., необходимо его остановить и поставить в известность инструктора. Оставлять без надзора работающий станок не разрешается; при отходе от станка электродвигатель следует выключать.

После окончания работы следует убрать инструмент и очистить станок от стружки и грязи волосяной щеткой и хлопчатобумажной ветошью, затем с помощью ручной масленки смазать стол и нанести смазочный материал в места, указанные в карте смазывания.

Наладка и настройка сверлильного станка. Выполняя это упражнение, обучающиеся должны научиться готовить станок к работе: пускать и останавливать электродвигатель; устанавливать и снимать патрон, переходные втулки и сверла; устанавливать и крепить детали на столе станка; выбирать режимы резания по таблицам; налаживать станок на выбранную скорость резания и подачу; налаживать станок при сверлении на заданную глубину.

Прежде чем приступить к работе на сверлильных станках, инструктор должен ознакомить обучающихся с назначением, устройством и взаимодействием всех механизмов сверлильных станков, имеющихся в цехе, с правилами ухода за ними, с организацией рабочего места.

После этого инструктор переходит к упражнениям по наладке и настройке сверлильного станка.

Осмотр и подготовка станка к пуску. Перед тем как приступить к работе, станок необходимо осмотреть, проверить наличие смазочного материала во всех смазываемых механизмах согласно карте смазывания. Следует проверить прочность присоединения заземляющего провода к корпусу станка и закрепления защитных ограждений шкива и шпинделя, плавность хода гильзы шпинделя (пиноли), перемещение рукоятки подъема и опускания пиноли, подачу охлажденной жидкости через сливную трубку при включенном насосе и открытом кране, исправность местного освещения, наличие инструмента и приспособлений, необходимых при наладке станка.

Пуск и остановка станка. Перед пуском станка проверяют плавность вращения шпинделя, провертывая приводной ремень вручную на два-три оборота, а также положение рукоятки подач, определяющее выключение механизма автоматической подачи.

Пуск станка производится включением электродвигателя (нажатием кнопки «Пуск» кнопочного пускателя, включением рукоятки

рубильника или пакетного выключателя). При этом включение и выключение следует осуществлять быстро, чтобы избежать обгорания контактов электроаппаратуры.

Станок останавливают, отключая электродвигатель от сети нажатием кнопки «Стоп» кнопочного пускателя или выключением рукоятки рубильника или пакетного выключателя.

Установка сверлильного патрона в шпинделе станка. Сверла, имеющие цилиндрический хвостовик, устанавливают в патроне. Перед установкой следует тщательно протереть поверхность конуса шпинделя и патрона чистой тряпкой, затем взять патрон в правую руку (рис. 140), осторожно ввести хвостовик в коническое отверстие шпинделя так, чтобы лапка хвостовика плоскими сторонами могла войти в специальное отверстие шпинделя, предусмотренное для выбивания инструмента. Далее необходимо сильным толчком вверх направить конусный хвостовик патрона в отверстие шпинделя до плотной посадки.

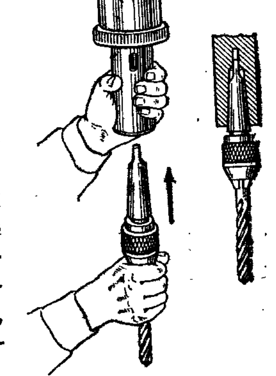


Рис. 140. Установка сверлильного патрона в шпинделе станка

Установка сверла в патроне. Специальным ключом или вращением наружного кольца (в зависимости от конструкции патрона) разводят кулачки в патроне. Сверло устанавливают в патроне так, чтобы их оси совпали, после чего сверло зажимают кулачками патрона.

Установив сверло, проверяют его на биение, для этого включают станок и наблюдают за вращением сверла, которое при правильной установке должно точно вращаться вокруг своей оси, создавая видимость вращения цилиндрического тела. При неправильной установке сверло, вращаясь, будет создавать видимость образования различных фигур (конуса, цилиндра большого диаметра и т. д.). После того как правильность установки сверла проверена, станок останавливают. Для выверки сверла (устранения биения) обычно применяют способ перестановки сверла или патрона с переходной втулкой в шпинделе станка в другое положение.

Съем патрона из шпинделя станка. Для съема патрона или сверла в выбивное отверстие шпинделя вставляют клин. Грани клина должны находиться между торцовой частью лапки хвостовика и верхней поверхностью отверстия шпинделя. Легкие удары молотком наносят по концу клина, «выжимая» патрон из отверстия шпинделя (рис. 141, *а*). (Левой рукой патрон удерживают от падения.)

Более современным и безопасным способом удаления инструмента является использование клина с пружиной. Достаточно вставить конец клина в отверстие, резко толкнуть рукоятку, и клин освободит инструмент из шпинделя (рис. 141, *б*).

Установка сверла с коническим хвостовиком. Сверла с коническим хвостовиком устанавливают непосредственно в шпинделе станка

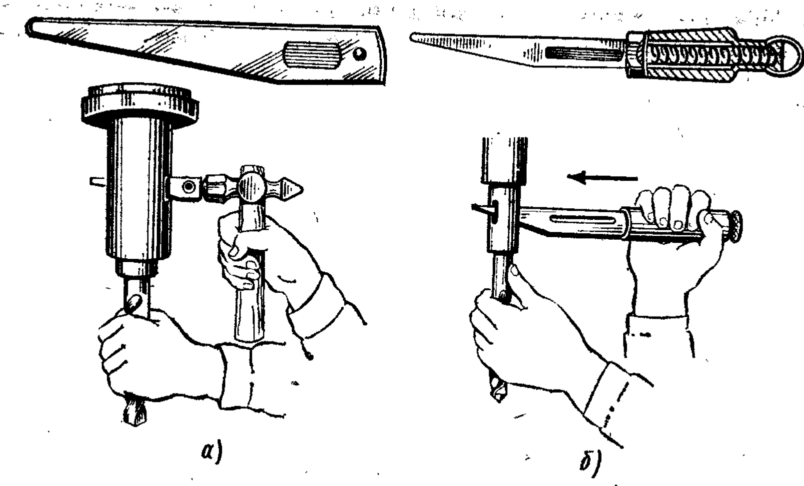


Рис. 141. Съем патрона или сверла из шпинделя станка:
а — клином; *б* — клином с пружиной

(рис. 142, *а*). В тех случаях, когда конус хвостовика сверла меньше конуса в шпинделе, применяют переходные втулки (рис. 142, *б*).

Рис. 142. Установка сверла с коническим хвостовиком:
а — непосредственно в шпинделе станка; *б* — с переходной втулкой

Сверло с коническим хвостовиком устанавливают в шпиндель в следующем порядке.

1. По конусному отверстию шпинделя подбирают необходимые переходные втулки.

2. Конические поверхности сверла, втулок и шпинделя тщательно протирают чистой тряпкой.

3. На хвостовик сверла насаживают переходные втулки так, чтобы их лапки вошли в специальные отверстия.

4. После насадки втулки сверло вместе с переходной втулкой осторожно вводят в отверстие шпинделя. Затем сильным толчком правой руки вверх сверло со втулкой направляют в отверстие шпинделя до их плотной установки (рис. 142).

Для более плотной установки сверла в шпинделе на стол станка кладут деревянный брусок, шпиндель опускают вниз, плотно поджимают сверло в переходную втулку.

Установка сверл с коническими хвостовиками обеспечивает лучшее их центрирование и крепление по сравнению с установкой в патроне сверл с цилиндрическими хвостовиками. После пуска станка сверло проверяют на биение. Оно возможно при неплотной

посадке сверла в шпинделе или в результате изнашивания втулок.

Съем сверла из втулок. Поддерживая сверло левой рукой, в выбивное отверстие переходной втулки вставляют клин (рис. 143, *а*).

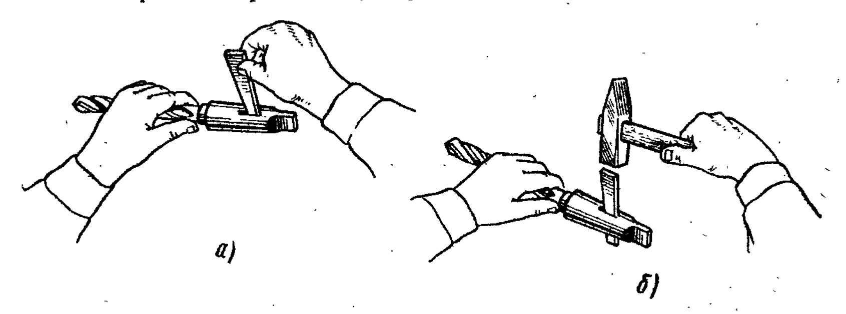


Рис. 143. Выбивание клином сверла из переходной втулки:
а — установка клина в отверстии переходной втулки; *б* — выбивание клином сверла

Удерживая рукой сверло с втулкой, наносят легкие удары молотком по концу клина, «выжимая» сверло из втулки (рис. 143, *б*). Съем сверла нельзя производить, опирая втулку на стол станка или тиски.

Переходные втулки со сверлом вынимают из шпинделя станка в аналогичной последовательности.

Закрепление деталей на столе сверлильного станка. При выполнении этого упражнения обучающийся должен ознакомиться с наиболее распространенными видами закрепления деталей на столе сверлильного станка. К установке и закреплению обрабатываемых заготовок предъявляются следующие требования.

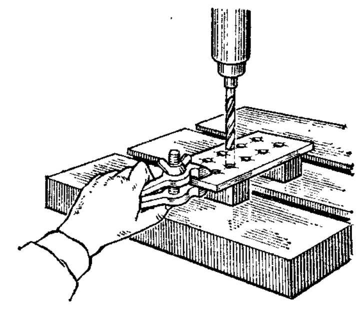


Рис. 144. Закрепление детали в ручных тисках

Стол сверлильного станка должен иметь чистую поверхность, без забоин и вырывов. При установке на нем деталей и приспособлений следует соблюдать аккуратность, не допускать ударов и перемещений по стружке. Опорные поверхности обрабатываемой детали должны плотно прилегать к столу станка. Деталь устанавливают и окончательно закрепляют после совпадения осей центра отверстия и сверла.

При сквозном сверлении отверстий деталь устанавливают на подкладках, чтобы не засверлить поверхность стола или приспособления. Выбор того или иного способа крепления зависит от конфигурации детали и расположения в нем отверстия.

Деталь в тисках должна быть зажата надежно. Закрепление детали в ручных тисках (рис. 144) допускается при сверлении мелких деталей. Барашковую гайку следует завертывать рукой (без приме-

нения плоскогубцев и других инструментов или приспособлений).

Подкладки, применяемые для сквозного сверления, должны быть одинаковыми по высоте и иметь ровные и параллельные стороны.

Рассмотрим обработку деталей в машинных тисках (рис. 145). Тиски устанавливают на стол, предварительно очистив его поверхность от стружки и грязи. Губки тисков разводят по ширине зажимаемой детали. Чтобы деталь под нажимом сверла не изменяла своего

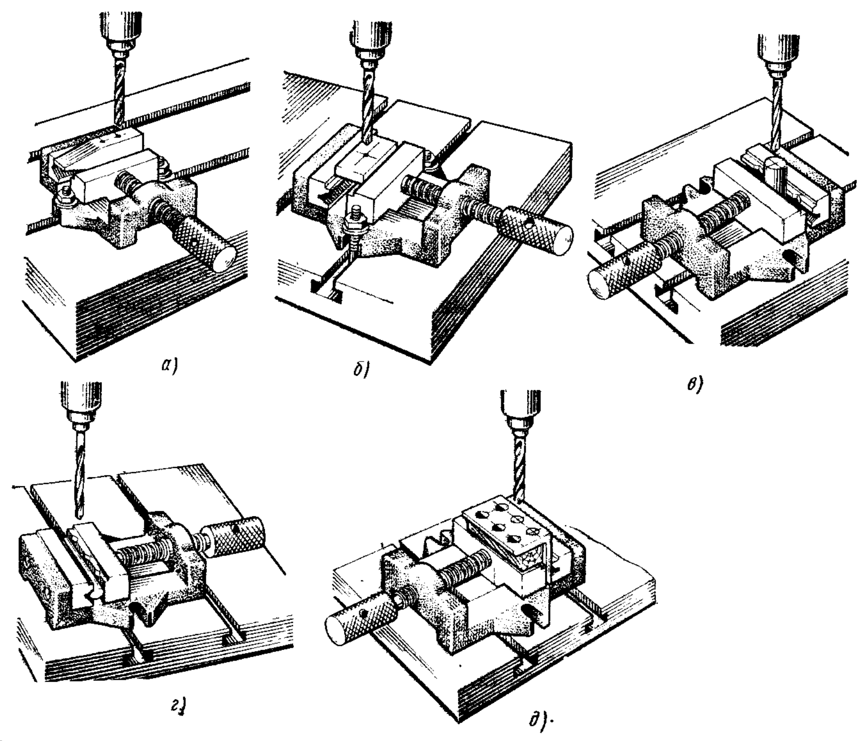


Рис. 145. Крепление в машинных тисках с призматическими губками деталей различной формы:

а — прямоугольной; *б* — пластины; *в* — цилиндрической в вертикальном положении; *г* — цилиндрической в горизонтальном положении; *д* — с угловым профилем

положения, под нее подкладывают прокладку, ширина которой должна быть меньше ширины детали. Деталь зажимают в тисках и легкими ударами деревянного молотка осаживают до плотного прилегания с прокладкой. Запрещается закреплять деталь в тисках ударами молотка или другими предметами по зажимной рукоятке.

Крепление в тисках заготовок различной формы показано на рис. 145.

При сверлении отверстий диаметром более 10 мм тиски прикрепляют к столу болтами, головки которых закладывают в специальные продольные канавки на столе станка.

Детали углового профиля закрепляют в тисках определенным образом: под горизонтально расположенную часть детали устанавливают деревянную подкладку, чтобы не повредить корпус тисков при выходе сверла и не сломать его при встрече с закаленными губками тисков (рис. 145, *д*).

Закрепление деталей на призмах с применением прижимных планок показано на рис. 146. Этот способ применяют при сверлении в деталях цилиндрической формы отверстий диаметром более 10 мм. Закрепление детали на призмах с зажимным приспособлением (рис. 147) используют при сверлении отверстий диаметром до 10 мм.

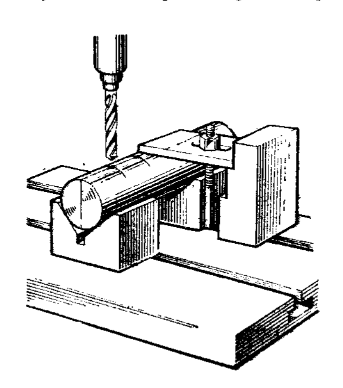


Рис. 146. Закрепление цилиндрической детали в призмах с применением прижимных планок

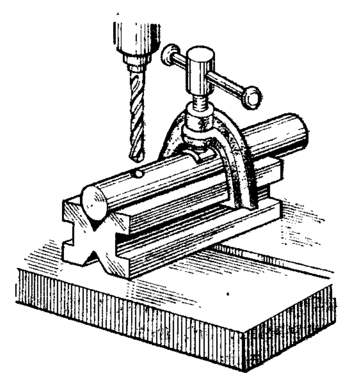


Рис. 147. Закрепление цилиндрической детали в призме с зажимным приспособлением

Крепление призмы к столу станка не обязательно. Детали сложной конфигурации устанавливают и крепят на угольнике (рис. 148), предварительно очистив его от грязи, а затем устанавливают на плоскость стола.

С помощью прижимных планок крепят деталь к вертикальной полке угольника так, чтобы ось отверстия находилась под прямым углом к плоскости стола. После этого угольник перемещают по плоскости стола таким образом, чтобы вершина сверла точно совпала центром с намеченным кернером.

Управление сверлильным станком. Ограничение хода шпинделя регулируют, перемещая его в вертикальном направлении при повороте рукоятки подъема и опускания пиноли (рис. 149). Поворачивать рукоятку следует плавно, без рывков, от верхнего до нижнего упора вертикального хода шпинделя. При подаче сверла вниз его вершина с режущими кромками не должна соприкасаться с плоскостью стола.

Кроме того, наладка сверлильного станка может осуществляться вертикальным перемещением хобота (станок НС-12), для чего следует отвернуть на один оборот рукоятку зажима хобота. Поворотом рукоятки подъема хобота его перемещают вверх по колонке станка и после установки на необходимую высоту закрепляют на ней.

Наладка сверлильного станка может осуществляться также подъемом и опусканием стола (у станков, где это предусмотрено конструкцией). При низком расположении стола станка увеличивается плечо шпинделя, что приводит к снижению точности сверления и большой затрате времени на подвод сверла к детали.

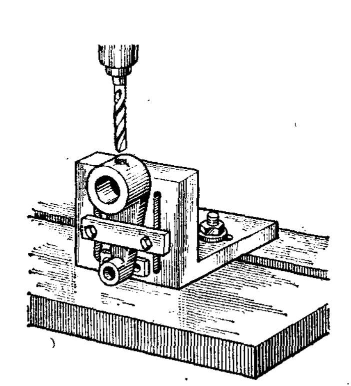


Рис. 148. Закрепление деталей на угольнике

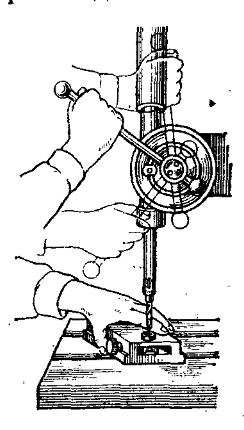


Рис. 149. Вертикальное перемещение шпинделя со сверлом

Наладку сверлильного станка на заданную глубину сверления осуществляют по втулочным упорам на сверле (рис. 150) или измерительной линейке, закрепленной на станке (рис. 151). Для наладки сверло подводят к поверхности детали, сверля на глубину конуса

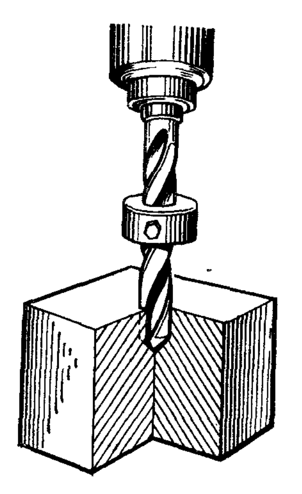


Рис. 150. Сверление несквозных отверстий по втулочному упору на сверле

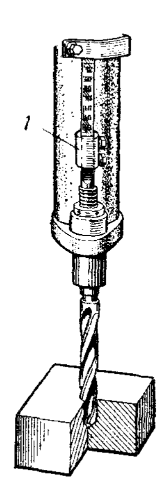


Рис. 151. Сверление по упору на линейке: 1 — упор

сверла, и отмечают по стрелке (указателю) начальное показание на линейке. Затем к этому показанию прибавляют заданную глубину сверления и получают отметку, до которой следует производить сверление.

Например, необходимо просверлить глухое отверстие на глубину 10 мм. Для этого следует подвести сверло и засверлить деталь на глубину, равную высоте конуса сверла, затем отсчитать по ука-

1. Скорость резания (м/мин) и частота вращения (об/мин) шпинделей (углеродистая конструкционная сталь $\sigma_в$ = 650 МПа; сверло из стали Р18; работа с охлаждением)

s	D, мм									
	6		8		10		12		14	
	v	n	v	n	v	n	v	n	v	n
0,18	27,6	1465	31,2	1235	33,8	1075	31,7	840	38,7	880
0,20	25,6	1355	28,7	1145	31,4	1000	29,5	781	36,1	818
0,25	22,9	1215	25,6	1020	28,0	894	26,3	697	32,1	731
0,30	20,9	1110	23,4	935	25,6	815	24,0	636	29,4	667

зателю размер (например, 26 мм), тогда сумма полученного показания с заданной глубиной сверления составит 26 + 10 = 36 мм. При сверлении отверстия следует следить за перемещением линейки. Когда размер 36 совпадет с указателем, сверление необходимо прекратить. Глубина сверления будет равна 10 мм.

Некоторые типы станков, кроме линейки, имеют механизмы автоматической подачи с лимбами, которые определяют ход сверл на требуемую глубину.

Выбор режима резания при сверлении. Под режимом резания понимают такое сочетание величин скорости резания и подачи, которое должно сохранить большую стойкость сверл, обеспечить максимальную производительность станка и требуемую точность и качество обработки. Зная диаметр сверла, материал, из которого сделано сверло, и марку обрабатываемого металла, можно выбрать режимы резания по таблицам. Скорости резания при сверлении приведены в табл. 1.

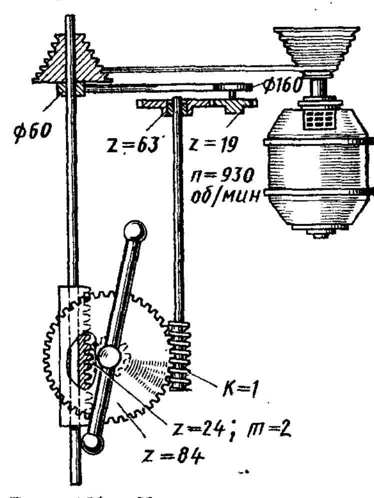


Рис. 152. Кинематическая схема сверлильного станка 2118 (частота вращения шпинделя 153, 310, 420, 735, 1130, 1890, 2975 об/мин)

Пример. Выбрать скорость резания и частоту вращения по табл. 1 при сверлении сквозного отверстия в углеродистой конструкционной стали $\sigma_в$ = 650 МПа сверлом D = 12 мм из стали Р18 (работа с охлаждением, сверлильный станок 2118).

По таблице узнаем, что сверлильный станок 2118 имеет подачу s = 0,2 мм/об. Зная величину подачи и диаметр сверла, по таблице находим скорость резания 29,5 м/мин и частоту вращения 781 об/мин.

По кинематической схеме (рис. 152) выбираем ближайшую подходящую частоту вращения шпинделя (735 об/мин) с автоматической подачей 0,2 об/мин.

На основании полученных данных:

1. Станок настраивают на выбранную частоту вращения шпинделя. Для этого с помощью специальной рукоятки подают кронштейн

с электродвигателем «на себя», чтобы ослабить натяжение ремня. Затем, не снимая защитного кожуха, переводят ремень на третью ступень шкива на шпинделе, а затем на третью ступень шкива электродвигателя. Ремень с одной ступени на другую можно переводить только после полной остановки электродвигателя

Далее совершают движение рукоятки кронштейна электродвигателя «от себя» и натягивают ремень. Натяжение ремня не должно быть тугим или слабым.

II. Станок настраивают на выбранную подачу. Механическая подача осуществляется через коробку подач, которая приводится в движение от шпиндельного шкива через редуктор с помощью ременной передачи.

У сверлильного станка 2118 механическая подача 0,2 мм/об осуществляется установкой рукоятки в среднее положение с последующим закреплением упорного винта на боковом диске.

III. Режущие инструменты охлаждают. Во время работы сверло сильно нагревается, вызывая притупление режущих кромок. Для увеличения стойкости сверла применяется охлаждающая жидкость, подаваемая к сверлу насосом из резервуара.

При сверлении охлаждающая жидкость подводится непрерывно на всем протяжении работ сверла и направляется главным образом на режущие кромки и отводимую с них стружку.

При сверлении различных металлов рекомендуется применять следующие охлаждающие жидкости:

Обрабатываемый материал	Охлаждающая жидкость
Конструкционная или инструментальная сталь	Эмульсия, смешанные масла, водный раствор соды
Чугун	Всухую или эмульсия
Латунь	Всухую или эмульсия
Медь	Эмульсия или сурепное масло
Алюминий	Эмульсия, керосин

Сверление отверстий по кондуктору. Для повышения производительности труда и точности сверления отверстий применяют специальные приспособления — кондукторы. Использование кондукторов исключает необходимость разметки отверстий с накерниванием центров, значительно сокращает время на установку и выверку деталей при подготовке к сверлению. Точность сверления обеспечивается направлением сверла через направляющие закаленные втулки, укрепленные в корпусе кондуктора. Подготовка к работе и сверление по кондуктору проводятся в следующем порядке.

Щеткой очищают плоскость стола станка и кондуктора от стружек и грязи и по чертежу подбирают сверло требуемого диаметра и устанавливают в шпиндель станка. Пуская станок, проверяют правильность установки сверла на биение.

Кондуктор устанавливают на столе станка таким образом, чтобы опорное основание кондуктора плотно прилегало к плоскости стола, и налаживают станок на заданную глубину сверления. Выбирают

наиболее производительный режим резания и производят наладку станка на определенную частоту вращения.

Деталь устанавливают в кондукторе и надежно закрепляют с помощью крепежных приспособлений.

Включают станок, перемещают кондуктор на столе станка так, чтобы при подводе сверла к втулке кондуктора оно точно входило в нее.

Удерживая левой рукой кондуктор, сверло через направляющую втулку подводят к детали (рис. 153, *б*) и начинают сверление отверстия. При глубоком сверлении необходимо периодически выводить сверло из отверстия для удаления стружки из канавок сверла.

Во время ручной подачи не следует сильно нажимать на рукоятку управления, так как сверло может сломаться или затупиться от нагрева. При сверлении сквозных отверстий во избежание поломки сверла следует уменьшить подачу при выходе сверла.

После окончания сверления сверло отводят в верхнее положение и освобождают деталь из кондуктора. Кондуктор очищают от стружек, устанавливают следующую деталь и продолжают сверление в той же последовательности. Диаметр отверстия проверяют калибром-пробкой.

Кондуктор в сборе

Рис. 153. Сверление отверстий по кондуктору:

а — закрепление деталей; *1* — корпус; *2* — затяжка; *3* — заготовка корпуса плашкодержателя; *4* — чека; *б* — прием работы

Сверление отверстий по шаблону. Если в небольшой партии одинаковых деталей необходимо просверлить несколько отверстий, вместо кондуктора применяют шаблон (рис. 154). Шаблон представляет собой стальную пластину по форме детали, в которой выполнены все необходимые отверстия. Применение шаблона повышает производительность труда и точность. Для выполнения сверления по шаблону его накладывают на деталь, фиксируют в определенном положении и закрепляют струбцинами (рис. 154).

Устанавливают следующий порядок сверления. Через шаблон сверлят одно отверстие на заготовке (детали) и фиксируют контрольным штифтом. На другом конце заготовки сверлят второе отверстие и так же фиксируют контрольным штифтом, чем устраняют возможность смещения шаблона по отношению к заготовке. Затем просверливают поочередно каждое отверстие по шаблону и проверяют правильность сверления. После этого снимают шаблон с заготовки и напильником удаляют заусенцы, образовавшиеся при сверлении.

При сверлении плоских тонких одинаковых деталей их собирают в пачку, накладывают шаблон и плотно стягивают струбцинами.

В процессе сверления надо пользоваться небольшой и плавной ручной подачей, так как при проходе сверлом каждого листа возникают дополнительные нагрузки, что может привести к поломке сверла. Диаметр отверстия проверяют предельным калибром с пробкой. При сверлении глухих отверстий глубину сверления проверяют глубиномером.

Сверление отверстий по разметке и рассверливание. Сверление по разметке выполняется в два приема — пробное (предварительное) сверление, при котором засверливают небольшое углубление для контроля правильности положения сверла, и окончательное сверление после проверки правильности расположения сверла по центру намеченного отверстия.

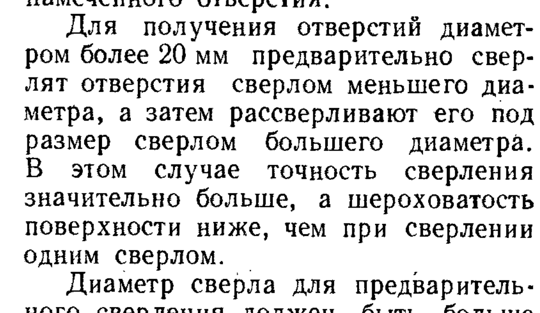


Рис. 154. Сверление отверстий по шаблону

Для получения отверстий диаметром более 20 мм предварительно сверлят отверстия сверлом меньшего диаметра, а затем рассверливают его под размер сверлом большего диаметра. В этом случае точность сверления значительно больше, а шероховатость поверхности ниже, чем при сверлении одним сверлом.

Диаметр сверла для предварительного сверления должен быть больше длины перемычки сверла, которым будет просверлено заданное отверстие. Сверление производят в следующем порядке.

Размечают и накернивают центр, из которого затем циркулем проводят окружность заданного диаметра; устанавливают сверло в шпиндель станка, пускают станок и проверяют положение сверла на биение, устанавливают и закрепляют деталь на столе станка (в тисках, на угольнике с помощью планок или другим способом). Деталь устанавливают так, чтобы верхняя поверхность с нанесенной разметкой отверстия была горизонтальной, иначе при незначительном перекосе сверло «уведет» в сторону.

Станок настраивают на выбранную частоту вращения шпинделя, выбранную подачу и включают двигатель.

Рассмотрим прием пробного сверления. К месту обработки подводят смазочно-охлаждающую жидкость.

Ручной подачей сверло подводят к детали и осторожно просверливают отверстие на глубину, равную примерно $^1/_4$ диаметра сверла. Затем, подняв сверло, проверяют положение полученной окружности относительно размеченной круговой риски.

В случае эксцентрического расположения отверстия по отношению к разметке, его необходимо выправить. Для этого крейцмейселем с полукруглой режущей кромкой прорубают канавку в сторону, противоположную смещению сверла (рис. 155), измерительной линейкой и разметочным циркулем в прорубленной канавке разме-

чают центр отверстия с последующим засверливанием отверстия.

Окончательное сверление производят после определения правильного расположения отверстия (рис. 156).

При работе с механической подачей начинать сверление следует только с ручной подачи. Механическую подачу надо включать,

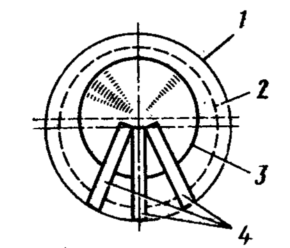


Рис. 155. Выправление неправильно засверленного отверстия:

1 — контрольная риска; 2 — контур размеченного отверстия; 3 — неправильно засверленное отверстие; 4 — канавки, надрубленные крейцмейселем

когда сверло начнет снимать стружку. Если сверлят сквозное отверстие, то при выходе сверла необходимо выключить механическую подачу и перейти на ручную, нажимая на сверло с небольшим усилием.

Для обеспечения точности рассверливание отверстий производят с одной установки (рис. 157). Для этого из шпинделя станка вынимают сверло меньшего диаметра и вставляют сверло, диаметр которого соответствует диаметру рассверливаемого отверстия. Затем

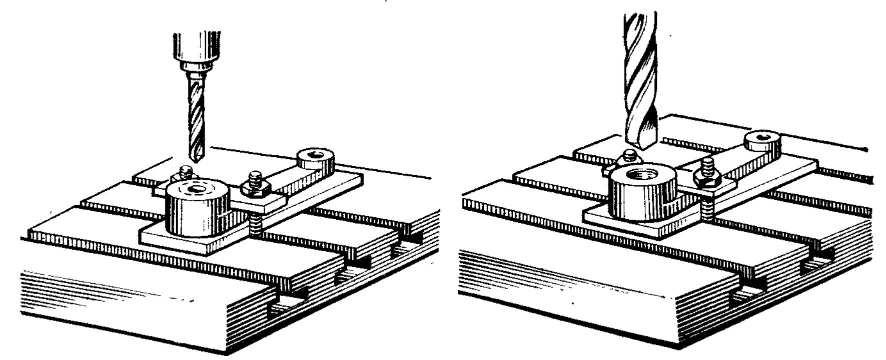


Рис. 156. Сверление отверстия по разметке

Рис. 157. Рассверливание отверстия

ручной подачей плавно подводят сверло к отверстию по центру и производят рассверливание.

Рассмотрим порядок проверки качества сверления и рассверливания.

Диаметр отверстия проверяют калибром-пробкой и штангенциркулем, глубину сверления глухих отверстий — глубиномером штангенциркуля, межосевые размеры между отверстиями — штангенциркулем.

Заточка сверл. Достижение высокой производительности и точности сверления отверстий можно обеспечить только при работе

правильно заточенным сверлом (с одинаковыми по размеру и остроте режущими кромками, определенным углом при вершине сверла, симметрично расположенным относительно его оси).

Угол при вершине выбирают в зависимости от вида обрабатываемого материала, например, для стали и чугуна он должен составлять 116—118°; для латуни и бронзы — 130—140°. Спиральное сверло затачивают на заточном станке с мелкозернистым шлифовальным кругом.

Перед заточкой сверла изучают требования безопасности труда при работе на заточных станках, изложенные ранее; проводят

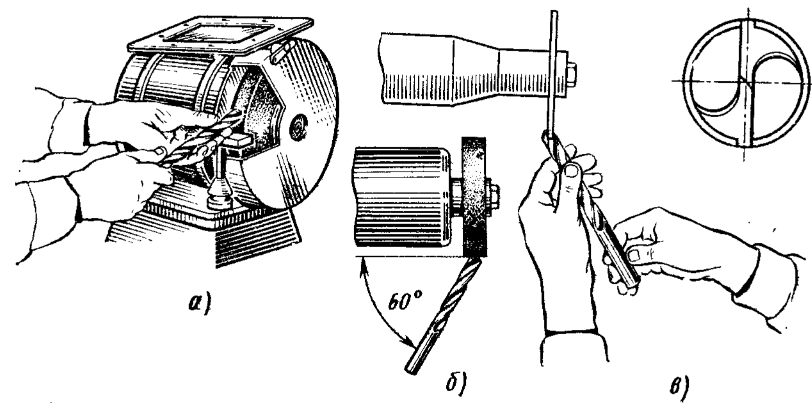


Рис. 158. Заточка сверла:
а — на заточном станке вручную; *б* — положение сверла относительно шлифовального круга; *в* — подточка поперечной кромки (перемычки)

внешний осмотр заточного станка и готовят его к пуску; надевают предохранительные очки (при отсутствии экрана) и включают электродвигатель заточного станка.

Опираясь левой рукой на подручник, удерживают сверло за спиральную часть как можно ближе к рабочему концу. Правой рукой охватывают хвостовик, слегка прижимая сверло к поверхности абразивного круга так, чтобы режущая кромка располагалась горизонтально и плотно прилегала задней поверхностью к кругу (рис. 158, *а*, *б*). Затем плавным движением правой руки, не отнимая сверла от круга, поворачивают его вокруг своей оси и, соблюдая правильный наклон, затачивают заднюю поверхность. Заточку следует производить с охлаждением, периодически погружая конец инструмента в воду. Таким же способом затачивается другая режущая кромка сверла. После заточки задних поверхностей режущие кромки должны быть прямолинейными.

По мере стачивания сверла образуется поперечная кромка (перемычка), которую укорачивают подточкой. Подточку поперечной кромки применяют для сверл диаметром более 12 мм (рис. 158, *в*). Длина поперечной кромки зависит от диаметра сверла и составляет у сверл более 12 мм (0,15 диаметра).

Качество заточки сверл проверяют специальным шаблоном (рис. 159).

Сверление отверстий в цилиндрических деталях на призмах. Самым распространенным способом установки цилиндрических деталей является крепление на призмах. Подготовку и сверление цилиндрических деталей выполняют в следующем порядке.

1. Разметка центра для сверления отверстия состоит в следующем. Сначала с помощью центроискателя определяют центр на торцовой стороне валика. Затем легким ударом молотка по кернеру делают центровое углубление.

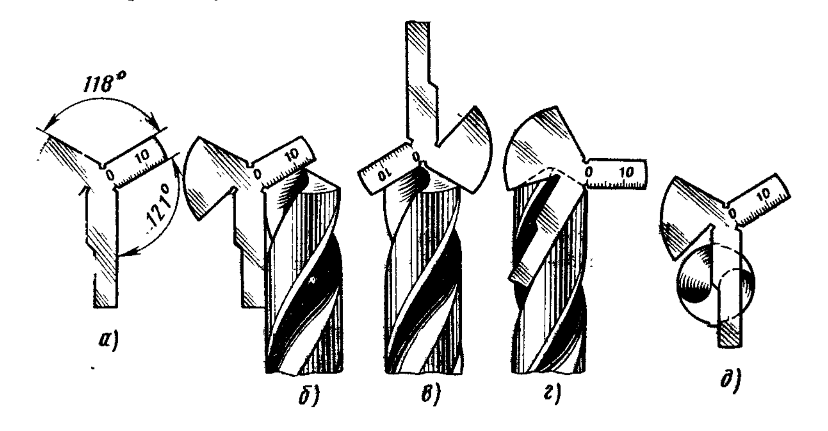


Рис. 159. Проверка сверла при заточке по шаблону:
а — шаблон; *б* — измерение длины режущей кромки; *в* — измерение угла заточки; *г* — измерение угла заострения; *д* — проверка угла наклона поперечной кромки

Разметку риски на цилиндрической части валика можно выполнять двумя способами:

а) укладывают валик в призму и выполняют разметку рейсмусом, установленным на столе станка. Острие чертилки рейсмуса располагают строго по центру сечения валика, рейсмус перемещают и наносят риски на торцовой и боковой поверхностях (рис. 160, *а*). Затем валик в призме поворачивают на 90° с проверкой по угольнику, размечают и накернивают центры отверстий;

б) с помощью чертилки и угольника наносят диаметральную риску (рис. 160, *б*). Затем на валик накладывают угловую линейку и чертилкой проводят риску, по которой размечают центры отверстий.

2. Порядок установки патрона и сверла был указан в начале главы.

3. Установка и закрепление валика на столе станка (рис. 161):

а) подготавливают необходимые приспособления (прижимную планку, болт с гайкой, призму, стойку с уступами);

б) валик укладывают на призму так, чтобы риска на его торцовой части была расположена вертикально, а продольная риска на цилиндрической части обращена вверх;

в) сверло подводят к валику и призму с деталью перемещают так, чтобы вершина сверла точно совпала с намеченным углублением на детали;

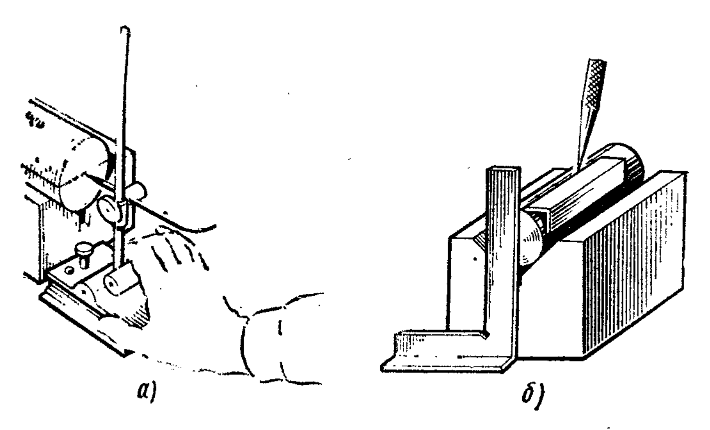


Рис. 160. Разметка рисок на валике:
а — рейсмусом; *б* — угольником и угловой линейкой

г) аккуратно накладывают прижимную планку на валик и соответствующий уступ плитки и болтами прижимают валик;

д) окончательно проверяют правильность установки по угольнику и следят за тем, чтобы вершина сверла совпала с центровой разметкой.

4. Порядок выбора режима резания и наладки станка на частоту вращения шпинделя, величину подачи и глубину сверления глухого отверстия и проверка качества были рассмотрены ранее.

Сверление отверстий под резьбу и развертывание. Сверление отверстий под резьбу заключается в правильном выборе диаметра сверла.

Диаметр сверла для выполнения отверстий под резьбу можно выбрать по табл. 2.

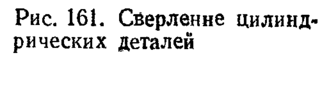


Рис. 161. Сверление цилиндрических деталей

Пример. Необходимо выбрать диаметр сверла для сверления отверстий в стальной гайке под метрическую резьбу диаметром 8 мм с шагом 1 мм.

По таблице находим диаметр резьбы 8 мм, а по нему в колонке с шагом 1 мм — диаметр сверла, равный 7 мм.

При сверлении отверстий под развертывание следует выбрать диаметр сверла. Припуск на развертывание оставляют 0,1—0,3 мм на диаметр.

Пример. Определить диаметр сверла под развертывание отверстия разверткой диаметром 10 мм.

2. Диаметр сверла для отверстий под нарезание метрической резьбы (ГОСТ 19257—73), мм

Номинальный диаметр резьбы	Шаг резьбы	Диаметр сверла	Номинальный диаметр резьбы	Шаг резьбы	Диаметр сверла	Номинальный диаметр резьбы	Шаг резьбы	Диаметр сверла
1	0,2 0,25	0,80 0,75	2,5	0,35 0,45	2,15 2,05	7	0,5 0,75	6,50 6,25
1,1	0,2 0,25	0,90 0,85	3	0,35	2,65		1	6,00
				0,5	2,50	8	0,5	7,50
1,2	0,2 0,25	1,00 0,95	3,5	0,35 0,6	3,15 2,90		0,75 1	7,25 7,00
1,4	0,2 0,3	1,20 1,10	4	0,5 0,7	3,50 3,30	9	1,25 0,5	6,80 8,50
1,6	0,2 0,35	1,40 1,25	4,5	0,5 0,75	4,00 3,75		0,75 1	8,25 8,00
1,8	0,2	1,60	5	0,5	4,50		1,25	7,80
	0,35	1,45		0,8	4,20	10	0,5	9,50
2	0,25	1,75	5,5	0,5	5,00		0,75	9,25
	0,4	1,60	6	0,5	5,50		1	9,00
2,2	0,2	1,25		0,75	5,25		1,25	8,80
	0,45	1,75		1	5,00		1,5	8,50

Так как припуск на развертывание составит 0,15 мм (для чистовой развертки 0,05 мм и для черновой 0,1 мм), диаметр сверла для отверстия под развертывание будет 10 — 0,15 = 9,85 мм.

Рассмотрим приемы сверления под резьбу (рис. 162) и развертывание (рис. 163). Перед сверлением рейсмусом проверяют правильность установки детали на столе станка. Чертилку устанавливают так, чтобы она соприкасалась с краем ребра поверхности детали у одного угла. Затем рейсмус перемещают вокруг детали (по поверхности стола), проверяя чертилкой положение детали на горизонтальность расположения поверхностей. В случае перекоса под деталь устанавливают подкладки.

Глубина глухих отверстий под резьбу должна быть больше длины нарезаемой части из расчета, чтобы калибрующая часть метчика немного зашла за ее пределы. В этом случае резьба на нарезаемой части получится полной. Способы проверки качества сверления были рассмотрены выше.

Сверление отверстий ручной дрелью. Ручную дрель применяют в тех случаях, когда требуется просверлить отверстие небольшого диаметра при отсутствии сверлильного станка или в громоздкой детали.

Сложность сверления ручной дрелью состоит в том, что работающий должен одновременно удерживать дрель в определенном положении, производить соответствующий нажим, направленный по оси просверливаемого отверстия, и вращением рукоятки приводить во вращательное движение сверло, периодически его охлаждая. В зависимости от положения оси просверливаемого отверстия сверло может направляться горизонтально, вертикально или под углом.

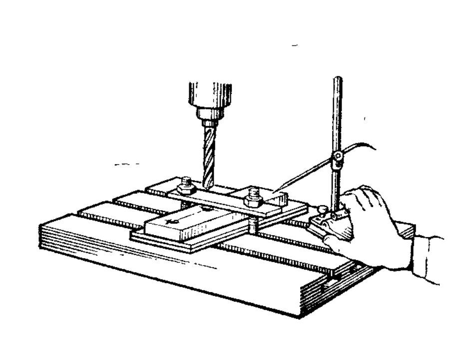


Рис. 162. Проверка установки заготовки рейсмусом

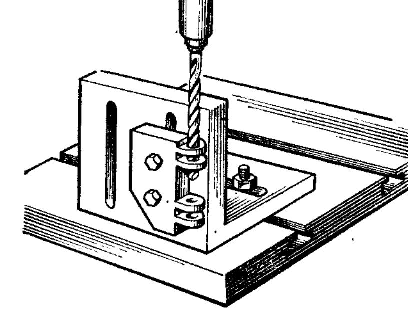


Рис. 163. Сверление отверстий под развертывание

Порядок сверления при горизонтальном положении сверла следующий.

1. Перед началом работы ручной дрелью необходимо проверить плавность хода вращения рукоятки; надежность крепления нагрудника; наличие смазочного материала в подшипниках.

2. После ознакомления с чертежом разметочными инструментами наносят центры и окружности и накернивают их.

3. Деталь зажимают в тисках так, чтобы границы отверстия были расположены выше губок тисков более чем на половину диаметра патрона.

4. Сверло устанавливают в патрон.

5. Дрель устанавливают в заданном положении, держа ее левой рукой за неподвижную рукоятку, а правой — за рукоятку вращения (рис. 164).

6. Подведя вершину сверла к намеченному кернером центру, направляют сверло по оси отверстия и выполняют пробное засверливание. Ручку дрели вращают плавно, без рывков, не допуская качания дрели.

7. Если при проверке увод сверла в сторону не обнаружится, следует усилить нажим на нагрудник и окончательно просверлить отверстие.

При выходе сверла из детали нажим ослабляют и уменьшают частоту вращения сверла, в случае заедания сообщают ручке обратное вращение.

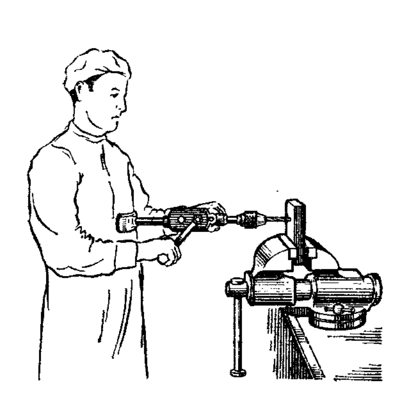


Рис. 164. Сверление ручной дрелью горизонтальных отверстий

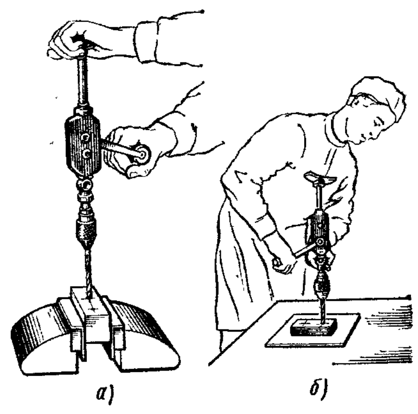


Рис. 165. Приемы сверления ручной дрелью вертикальных отверстий:
а — на высоком основании; *б* — на низком основании

Сверление отверстий, ось которых расположена вертикально, выполняют в той же последовательности, что и при горизонтальном сверлении, но приемы держания ручной дрели при горизонтальном и вертикальном сверлении различны.

При сверлении детали, расположенной на высоком основании, дрель берут левой рукой за нагрудник, а правой рукой — за рукоятку вращения (рис. 165, *а*). Слегка нажимая на нагрудник, выполняют пробное засверливание. Если отверстие размещается правильно, нажим усиливают и продолжают сверлить до конца. Иногда нажим усиливают, надавливая на левую руку подбородком.

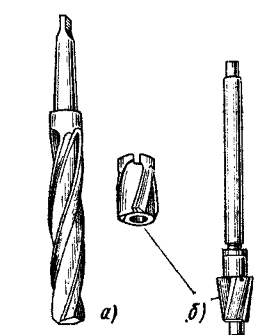


Рис. 166. Зенкеры:
а — цельный; *б* — насадной

При сверлении детали, расположенной на низком основании, дрель держат правой рукой за рукоятку вращения, левой — за неподвижную рукоятку, а грудью упираются в нагрудник (рис. 165, *б*). При сверлении дрель следует держать строго вертикально, без качания, иначе сверло может сломаться или «увести» ось отверстия в сторону.

Зенкерование является операцией по обработке готовых отверстий в отливках, штамповках или после сверления для получения отверстий цилиндрической или конической формы большой точности и низкой шероховатости.

Зенкерование выполняется на сверлильных станках специальными инструментами — зенкерами (рис. 166). Цилиндрические зен-

керы различных диаметров применяют для получения цилиндрических отверстий.

Конические зенкеры с углом конуса при вершине 60, 75, 90 и 120° применяют для получения конических углублений. Зенкеры имеют направляющую цапфу, которая входит в отверстие, обеспечивая точность совпадения оси отверстия с цилиндрическим отверстием, образованным зенкером.

Припуск на зенкерование зависит от диаметра зенкера:

Диаметр зенкера D, мм	до 15	15	20	25	30	40	50
Припуск на сторону, мм	0,5	1	1	1,5	1,5	2	2,5

Зная диаметр, материал, из которого сделан зенкер, и марку обрабатываемого металла, можно выбрать режим резания (табл. 3).

3. Скорость резания (м/мин) и частота вращения (об/мин) зенкера (углеродистая конструкционная сталь с $\sigma_в = 650$ МПа; зенкеры из стали Р18; работа с охлаждением)

s	$D = 15$ мм, цельный *		$D = 20$ мм, цельный		$D = 25$ мм, цельный		$D = 25$ мм, насадной	
	v	n	v	n	v	n	v	n
0,2	41,6	883	—	—	—	—	—	—
0,3	34,0	721	38,0	604	29,7	378	26,5	337
0,4	29,4	624	32,1	510	25,7	327	22,9	292
0 5	26,3	558	28,7	456	23,0	292	20,5	261
0,6	24,0	510	26,2	417	21,0	267	18,7	238
0,7	22,2	472	24,2	386	19,4	247	17,3	221
0,8	—	—	22,7	361	18,2	231	16,2	206
0,9	—	—	21,4	340	17,1	218	15 3	195
1,0		—	20,3	323	16,2	207	14,5	185
1,2	—	—	—		14,8	189	13,2	168

* Глубина резания $t = 1$ мм, в остальных случаях $t = 1,5$ мм

Пример. Выбрать скорость резания и частоту вращения по таблице при зенкеровании просверленного отверстия ∅ 13 мм на ∅ 15 мм в углеродистой конструкционной стали $\sigma_в = 650$ МПа (зенкер $D = 15$ мм цельный, $t = 1$ мм, изготовлен из стали Р18; работа с охлаждением; сверлильный станок 2118).

Порядок выбора:

Установив подачу $s = 0,2$ мм/об и зная $D = 15$ мм, по таблице находим скорость резания $v = 41,6$ м/мин и частоту вращения $n = 883$ об/мин.

По кинематической схеме (см. рис. 152) подбираем подходящую частоту вращения шпинделя (735 об/мин), переводим ремень и настраиваем станок на выбранную подачу.

Коническое зенкерование (рис. 167) производят в определенной последовательности.

1. Выбор конического зенкера производят по конусности головки винта или заклепки, которая должна точно соответствовать углу зенкера. Прежде чем приступить к работе, необходимо проверить наличие всех зубьев зенкера и заостренность режущих кромок.

2. При установке зенкера в шпиндель сверлильного станка учитывают конус на зенкере и конус в шпинделе станка (при необходимости подбирают переходные конусные втулки); протирают конусный хвостовик зенкера и конус шпинделя; вводят хвостовик зенкера в коническое отверстие шпинделя станка так же, как и сверло с конусным хвостовиком; включают электродвигатель и проверяют зенкер на биение. Причинами биения зенкера могут быть изношенность хвостовика или неплотная посадка в конусное отверстие шпинделя.

3. Закреплять деталь на столе станка можно различными способами в зависимости от конфигурации изделия и удобства крепления. При установке детали необходимо обратить внимание на горизонтальное расположение плоскости, точность совпадения оси зенкера с осью выполненного отверстия и надежность закрепления детали.

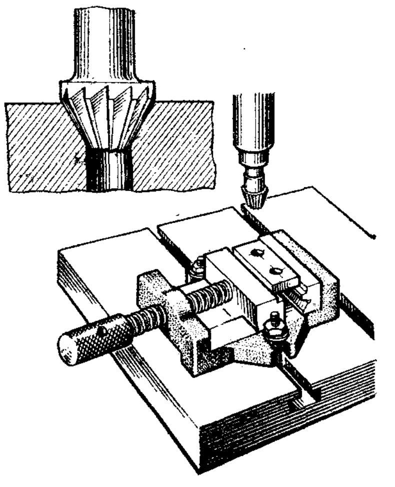


Рис. 167. Коническое зенкерование отверстий

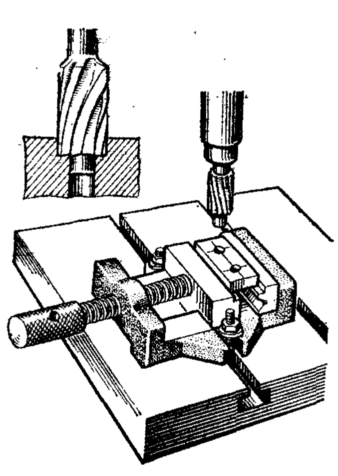


Рис. 168. Цилиндрическое зенкерование отверстий

4. Операция зенкерования заключается в следующем:

а) включают двигатель станка и, опуская пиноль со шпинделем, зенкер подводят к отверстию детали;

б) при ручной подаче выполняют пробное зенкерование;

в) окончательно обрабатывают отверстие на необходимую глубину. При этом глубину зенкерования определяют по ограничителю или измерительной линейке.

Для получения конической поверхности малой шероховатости зенкерование выполняют при небольшой ручной подаче и с применением охлаждающей жидкости (как и при сверлении).

Цилиндрическое зенкерование (рис. 168) выполняют в той же последовательности, что и коническое, но оно имеет некоторые особенности.

Диаметр цилиндрического зенкера должен быть на 0,2—0,5 мм больше диаметра цилиндрической головки винта. Направляющий конус зенкера должен соответствовать диаметру винта. При меньшем

диаметре направляющего конца зенкера цилиндрическую часть углубления может уводить в сторону.

Точность выполнения цилиндрических углублений проверяют калибром-пробкой, а глубину — глубиномером штангенциркуля (при цилиндрическом зенкеровании). При закладывании в конусное углубление потайиой головки винта плоскость головки должна совпадать с плоскостью детали и плотно прилегать к углублению (при коническом зенкеровании).

Зенкование выполняют такими же способами. Оно является операцией по обработке готовых отверстий по углублению под потайные головки винтов и заклепок, расширению цилиндрических отверстий, снятию заусенцев с краев отверстий. Эта операция выполняется на сверлильных станках с помощью режущего инструмента, называемого зенковками (рис. 169). По форме режущей части зенковки подразделяются на цилиндрические и конические. Цилиндрические зенковки с торцовыми зубьями применяют для расширения отверстий под головки винтов, под плоские шайбы, а также для выборки уступов в отверстиях. Эти зенковки имеют направляющую цапфу, которая при обработке входит в просверленное отверстие, обеспечивая точность совпадения оси отверстия с цилиндрическим отверстием, образованным зенковкой.

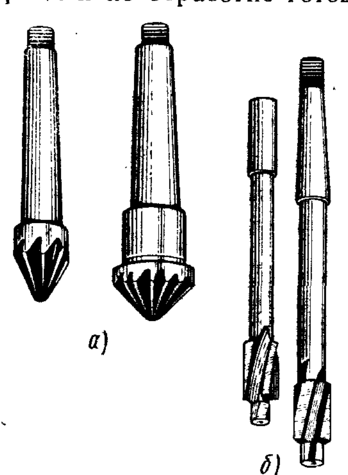


Рис. 169. Зенковки:
а — конические; *б* — цилиндрические

Конические зенковки предназначены для снятия заусенцев в выходной части отверстия, получения конического углубления под головки винтов и заклепок.

Развертывание отверстий применяют в тех случаях, когда необходимо получить более точное по форме и размеру отверстие с низкой шероховатостью обработки. Развертывание отверстий выполняют вручную или на сверлильном станке специальными инструментами — развертками. По форме обрабатываемого отверстия развертки делят на цилиндрические и конические; по способу применения — на ручные и машинные; по способу закрепления — на хвостовые и насадные. Для получения поверхности малой шероховатости применяют развертки с неравномерным распределением зубьев окружности.

Ручные развертки на одном конце имеют удлиненную рабочую часть с режущими кромками, а на другом конце (хвостовике) — квадрат для установки воротка. Машинные развертки устанавливают на шпинделе сверлильного станка. Они отличаются от ручных разверток меньшей длиной рабочей части и длинной шейкой (для развертывания глубоких отверстий).

Перед тем как приступить к обработке, необходимо выбрать инструмент. Выбор разверток производят в зависимости от технических требований, предъявляемых к обрабатываемой детали; сначала подбирают комплект черновой и чистовой ручных или машинных разверток. Диаметр развертки выбирают по размеру отверстия; при обработке отверстия под развертывание предусматривают припуск: для чернового развертывания 0,1—0,15 мм; для чистового развертывания 0,05—0,1 мм.

Пример. Необходимо обработать отверстие ⌀ 30 мм. Для этого сначала сверлят отверстие сверлом ⌀ 15 мм и рассверливают сверлом ⌀ 29,8 мм. Производят обработку черновой разверткой ⌀ 29,95 мм с припуском 0,15 мм; начисто развертывают разверткой ⌀ 30, имея припуск 0,05 мм.

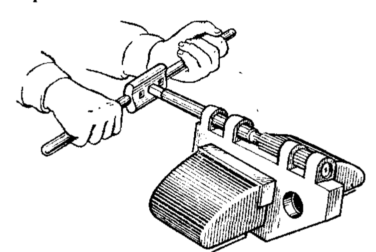


Рис. 170. Развертывание отверстий ручной разверткой

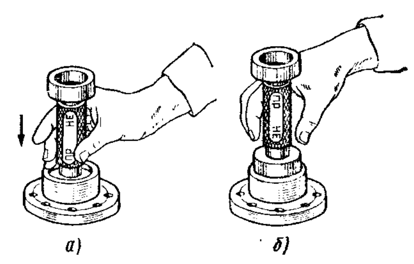


Рис. 171. Прием проверки отверстий предельной пробкой-калибром:
а — проходной частью; *б* — непроходной частью

На шероховатость обработанной поверхности и точность отверстия по размеру и форме в большой мере влияют смазывание и охлаждение. В качестве смазочного материала и СОЖ при развертывании отверстий в стали применяют эмульсии и минеральное масло. В бронзе и латуни развертывание производится без применения масел.

I. Операция ручного развертывания цилиндрическими развертками (рис. 170) заключается в следующем.

1. Выбирают необходимые чистовую и черновую развертки.
2. Деталь зажимают в тисках (если деталь имеет большие габаритные размеры, то развертывание производят без ее закрепления).
3. В обрабатываемое отверстие вставляют черновую развертку.
4. На квадрат хвостовика развертки надевают вороток.
5. На развертку и в отверстие кисточкой наносят смазывающую жидкость.
6. По мере вращения воротка с разверткой по направлению режущих кромок на поверхность развертки периодически добавляют смазочный материал. Вращать развертку нужно равномерно, плавно и в одну сторону, постепенно подавая ее вперед. Развертывание заканчивают при полном проходе отверстия всей заборной части режущих кромок развертки.
7. После окончания развертывания черновую развертку выводят из отверстия (не допускается обратное вращение развертки).

8. В отверстие осторожно вставляют чистовую развертку и надевают вороток на квадрат хвостовика.

9. Вращая вороток с разверткой по часовой стрелке, развертывают отверстие начисто. Для получения точного отверстия малой шероховатости подача должна осуществляться равномерно с применением необходимого смазочного материала.

10. После окончания развертывания чистовую развертку выводят из отверстия и проверяют размер отверстия гладким предельным калибром-пробкой (рис. 171).

II. Операция ручного развертывания коническими развертками заключается в следующем. Конические развертки служат для обработки на конус предварительно просверленного цилиндрического

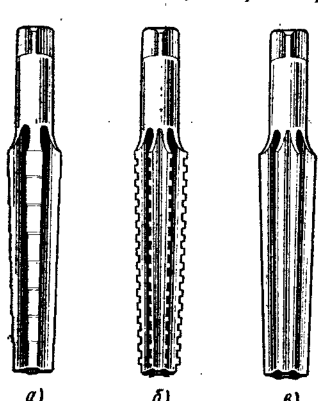


Рис. 172. Конические развертки:

а — черновая (первая); *б* — промежуточная (вторая); *в* — чистовая (третья)

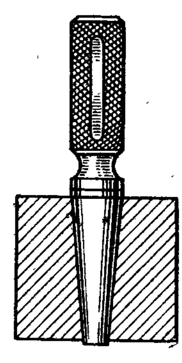


Рис. 173. Конусный калибр для проверки конических отверстий

отверстия или отверстия с уступами сверлами разного диаметра для снятия меньшего слоя излишнего металла в процессе развертывания.

Развертывание конических отверстий выполняется в такой же последовательности, что и цилиндрическое развертывание.

Развертывание конических отверстий выполняют черновой, промежуточной и чистовой развертками (рис. 172).

Форму конического отверстия проверяют конусным калибром (рис. 173) по плоскости соприкосновения конических поверхностей пробки и отверстия, а также по глубине прохода пробки в отверстие. Для этого на конусной поверхности калибра вдоль его оси проводят карандашом три-четыре линии примерно на равном расстоянии одна от другой. Затем калибр вставляют в конусное отверстие и с легким нажимом поворачивают его на $^1/_3$ оборота. Если линии стерлись по всей длине конусного отверстия равномерно, то плоскость развернута правильно. Допустимое осевое перемещение калибра ограничивается двумя кольцевыми рисками на конусе калибра.

III. Операция развертывания машинной цилиндрической разверткой заключается в следующем (рис. 174).

Зная диаметр d, материал развертки и марку обрабатываемого материала, можно выбрать скорость резания и частоту вращения шпинделя (табл. 4).

4. Скорость резаиия (м/мии) и частота вращеиия (об/мии) при черновом развертываиии (углеродистая, коиструкциоииая, хромистая и хромоиикелевая сталь с $\sigma_в = 650$ МПа; развертки из стали Р18; работа с охлаждеиием)

s, мм/мин	d = 5 мм, t = 0,05 мм		d = 10 мм, t = 0,075 мм		d = 15 мм, t = 0,1 мм	
	v	n	v	n	v	n
До 0,5	24,0	1528	21,6	686	17,4	371
» 0,6	21,3	1357	19,2	613	15,3	326
» 0,7	19,3	1223	17,4	553	14,1	299
» 0,8	17,6	1123	15,9	514	12,9	273
» 1,0	—	—	13,8	439	11,1	236
» 1,2	—	—	12,3	391	9,9	209

Пример. Выбрать скорость резания и частоту вращения при развертывании отверстия черновой разверткой из стали Р18 d = 10 мм, с предварительным сверлением отверстия ⌀ 9,8 мм в углеродистой конструкционной стали с $\sigma_в$ = 650 МПа. Работа осуществляется на сверлильном станке 2118 с охлаждением.

Выбираем подачу s = 1 мм/об. Определив подачу s и зная диаметр развертки d = 10 мм, находим скорость резания v = 13,8 м/мив и частоту вращения n = = 439 об/мин. По кинематической схеме (см. рис. 152) находим подходящую частоту вращения шпинделя n = 420 об/мин н налаживаем станок для развертывания. Для чистового развертывания выбирают скорость резания $v = 4 \div 6$ м/мин.

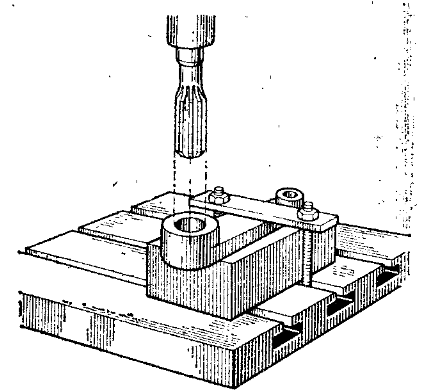


Рис. 174. Развертыванне отверстий машинной разверткой

Наибольшие скорости резания следует применять при развертывании нормализованных сталей, наименьшие — при развертывании вязких сталей.

При чистовом развертывании скорость резания $v = 6 \div 8$ м/мин.

Смазочно-охлаждающие жидкости, применяемые при развертывании:

Материал	СОЖ
Сталь углероднстая, конструкционная, инструментальная	Водный раствор мыла — эмульсия, осерненное масло, смешанные масла
Чугун	Без охлаждения. Кероснн
Медь	Эмульсия
Алюминий	Эмульсия, смешанные масла, скипидар с кероснном, кероснн, сурепное масло
Бронза	Без охлаждення

При подготовке сверлильного станка к работе протирают конус хвостовика развертки и конусное отверстие шпинделя; черновую развертку устанавливают в шпиндель станка таким же способом,

как и сверло с конусным хвостовиком; закрепляют деталь на столе станка так, чтобы ось отверстия точно совпала с осью развертки. Способы крепления остаются те же, что и при сверлении.

Обычно развертывание отверстий производится с одной установки после окончания сверления. Сверло вынимают из шпинделя и вместо него вставляют черновую, а затем чистовую развертку. При этом способе обработки заготовки сокращается время на ее переустановку и повышается точность обработки.

После включения электродвигателя станка ручной подачей подводят развертку к отверстию и производят черновую обработку. Затем, не останавливая вращения шпинделя, осторожно выводят развертку из отверстия. Вместо черновой развертки в шпиндель станка вставляют чистовую развертку и производят развертывание отверстия начисто.

Рис. 175. Шарнирная оправка для чистового развертывания отверстий на сверлильном станке

Иногда чистовое развертывание на станках производят с применением специальных плавающих патронов или шарнирных оправок для крепления разверток (рис. 175). «Качающаяся» оснастка дает возможность развертке самоустанавливаться по оси предварительно обработанного отверстия и исключает влияние неточности станка на точность развертывания отверстия. При развертывании к месту обработки должно подаваться достаточно СОЖ.

После окончания развертывания чистовую развертку выводят из обрабатываемого отверстия, выключают двигатель, вынимают развертку из шпинделя станка. Диаметр развернутого отверстия проверяют предельным калибром-пробкой.

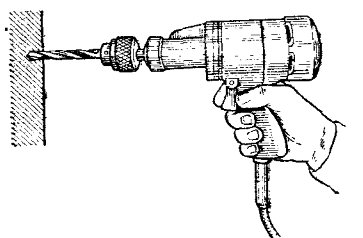
Сверление отверстий электрическими сверлильными машинками. В слесарно-сборочном деле для облегчения труда работающего и повышения производительности труда применяют различные ручные переносные механизированные инструменты. К их числу относятся электрифицированные инструменты.

Электрические и пневматические сверлильные машинки в зависимости от вида выполняемой работы могут быть тяжелого, среднего и легкого типов.

Электрические сверлильные машинки легкого типа, имеющие открытую рукоятку, держат правой рукой так, чтобы указательный палец находился на курке, с помощью которого включают или выключают электродвигатель (рис. 176). (Для наглядности на этом и последующих рисунках руки работающего показаны без резиновых перчаток.)

Электрическую сверлильную машинку среднего типа с замкнутой рукояткой держат за рукоятку правой рукой так, чтобы указательный палец был наложен на курок, а левой рукой удерживают корпус инструмента в рабочем положении (рис. 177).

Электроинструмент тяжелого типа обычно имеет две боковые рукоятки, а также грудной или винтовой упор. Одна рукоятка оснащена поворотным устройством (выключателем) для пуска электродвигателя.



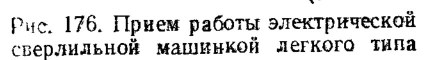


Рис. 176. Прием работы электрической сверлильной машинкой легкого типа

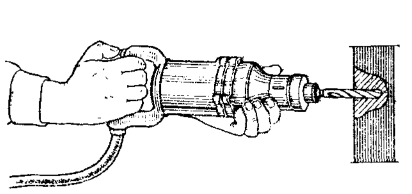


Рис. 177. Прием работы электрической сверлильной машинкой среднего типа

Для удержания тяжелого инструмента в рабочем положении применяют следующие приемы:

при работе инструментом в вертикальном положении он удерживается правой рукой за рукоятку с выключателем, а левой рукой — за вспомогательную рукоятку (рис. 178, *а*);

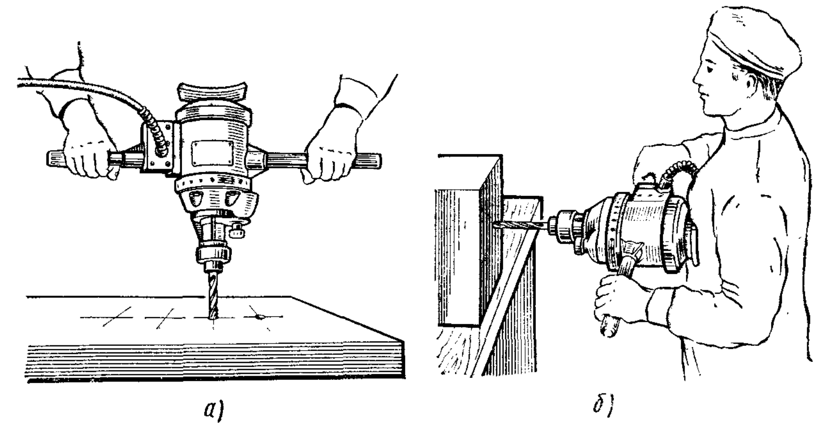


Рис. 178. Прием работы электрической сверлильной машинкой тяжелого типа: *а* — в вертикальном положении; *б* — в горизонтальном положении с применением грудного упора

при работе в горизонтальном положении инструмент удерживают за рукоятку двумя руками, а нагрудник упирают в грудь работающего (рис. 178, *б*).

Распространен способ работы инструментом с винтовым упором, где для устойчивого и правильного положения центр винтового упора инструмента упирается в скобу (рис. 179). Правой рукой удерживают рукоятку с выключателем, а левой рукой, вращая крестовину, производят плавную подачу сверла.

Кроме того, работают механизированным инструментом, находящимся в подвешенном положении, способами, указанными на рис. 180.

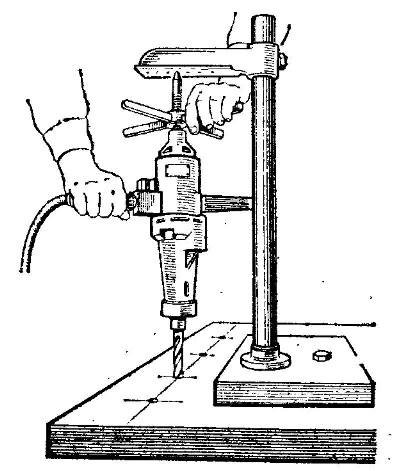


Рис. 179. Прием работы электрической сверлильной машинкой с применением винтового упора и скобы

Сверлильные машинки тяжелого типа применяются для сверления отверстий диаметром до 32 мм, среднего типа — диаметром до 15 мм и легкого — диаметром до 8 мм.

Для сверления отверстий, расположенных в труднодоступных местах, на сверлильные машинки устанавливают угловые насадки (рис. 181).

Прежде чем приступить к изучению приемов и способов работы электрической сверлильной машинкой, надо изучить требования безопасности труда при работе с ручным переносным электрифицированным инструментом.

Затем необходимо подготовить электроинструмент к работе.

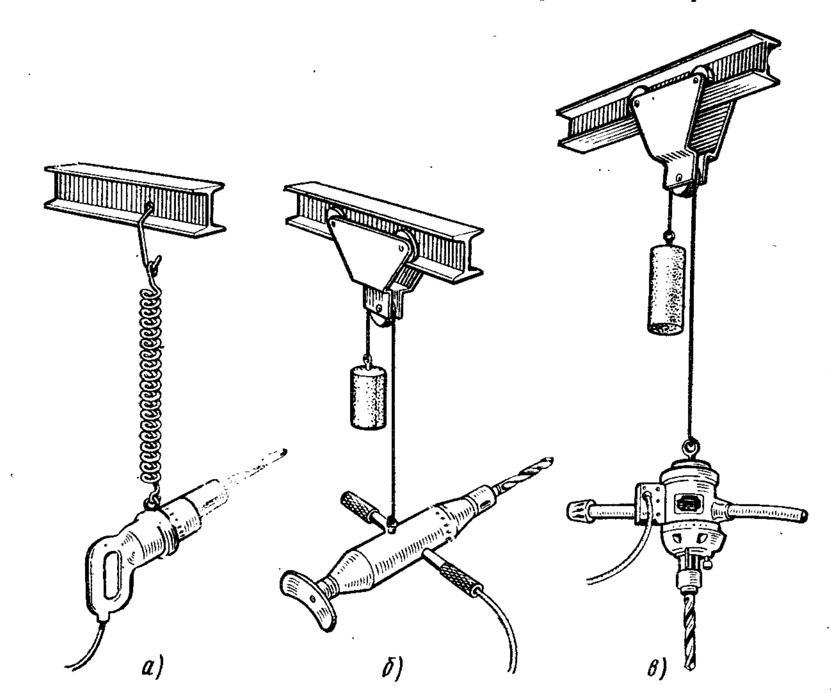


Рис. 180. Способы подвешивания механизированного инструмента:
а — на стальной пружине; *б* — в горизонтальном положении на тросе с противовесом; *в* — то же, в вертикальном положении

1. Подобрать конус патрона (сверла) по конусу шпиндельного отверстия; протереть чистой ветошью хвостовик патрона (сверла) и конусное отверстие шпинделя.

2. Вставить хвостовик патрона (сверла) в конус шпинделя.

Приступая к работе электроинструментом, необходимо:

1. Взять в руки электросверлильную машинку (рассмотренным приемом в зависимости от типа инструмента).

2. Подвести сверло к накерненному углублению так, чтобы ось сверла была перпендикулярна поверхности сверления. При малейшем перекосе сверло будет уведено в сторону.

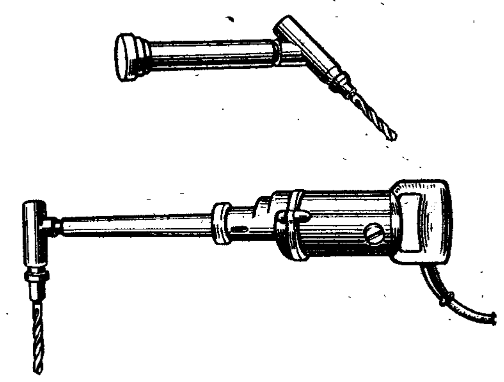


Рис. 181. Типы угловых насадок к сверлильным машинкам

3. Нажать на курок, включить электросверлильную машинку и при слабом нажиме на сверло сделать пробное сверление и выключить электродвигатель (если при проверке не обнаружится увода сверла в сторону, необходимо продолжать сверление).

При последующем сверлении включают электросверлильную машинку только после установки сверла в засверленное место.

4. При окончании сверления следует уменьшить подачу путем нажима на сверло.

5. При продолжительной работе не следует допускать перегрева электросверлильной машинки, периодически делать перерывы, выключая электродвигатель на период его охлаждения. Нагрев считается практически допустимым, если ладонь руки испытывает нагрев корпуса.

6. Электросверлильную машинку следует переносить с выключенным электродвигателем; провод не должен быть натянут и перекручен.

После окончания работы выключают выключатель на машинке и отключают провод электросверлильной машинки от сети; с помощью клина вынимают сверло из шпиндельного конусного отверстия; тщательно очищают электросверлильную машинку от металлической стружки, пыли, грязи и протирают ветошью. Также протирают сухой чистой тряпкой оболочку провода и аккуратно сматывают провод.

Сверление отверстий пневматическими сверлильными машинками. Пневматические сверлильные машинки по сравнению с электрическими более надежны в работе, менее чувствительны к перегрузкам, имеют регулятор частоты вращения, более легким и безопасны при эксплуатации.

Пневматические машинки применяются для сверления, развертывания и зенкерования отверстий. По виду выполняемой работы их делят на два типа.

Машинки тяжелого типа применяют для обработки отверстий диаметром до 32 мм (рис. 182). Пуск и остановка машинки производится поворотом рукоятки *1*. Машинки легкого типа используют при диаметре сверления до 8 мм. Пуск и остановку машинки производят курком *1* (рис. 183).

Сверление отверстий пневматическими машинками тяжелого типа можно выполнять с применением скобы и винтового упора, а также путем подвешивания инструментов различными способами.

Сверление отверстий пневматическими машинками производят в следующей последовательности.

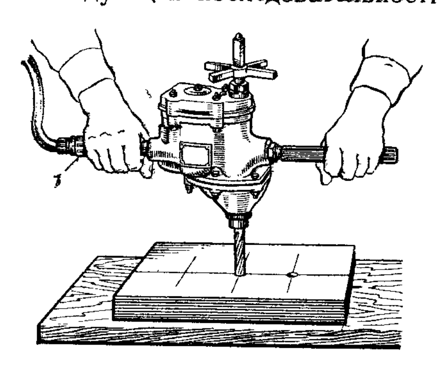


Рис. 182. Прием вертикального сверления пневматической сверлильной машинкой

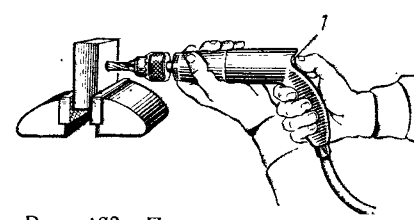


Рис. 183. Прием сверления пневматической сверлильной машинкой

Перед началом работы необходимо.

1. Изучить требования безопасности труда при работе пневматическими инструментами.
2. Организовать рабочее место.
3. Проверить наличие смазочного материала в подшипниках и трущихся частях.
4. Установить в шпиндель машинки патрон (сверло).
5. Присоединить конец шланга к пневматической машинке и воздухопроводу.
6. Открыть кран на воздуховоде, нажать курок (повернуть рукоятку) на пневматической машинке и проверить ее работу на холостом ходу.

Во время работы (на примере работы пневматической машинкой легкого типа) необходимо:

1. Удерживать пневматическую машинку правой рукой за рукоятку так, чтобы большой палец был наложен на курок. Левой рукой поддерживать корпус машинки, располагая сверло по направлению сверления (рис. 183).
2. После установки сверла в керновое углубление нажать на курок, выполнить предварительное засверливание, а затем выключить машинку. Для последующего сверления подача сжатого воздуха разрешается только после установки пневматической машинки в рабочее положение. В процессе сверления следует наблюдать за направлением сверла, производить небольшой нажим на сверло, соблюдая меры предосторожности при сверлении сквозных и глухих отверстий.
3. После окончания сверления уменьшить подачу сверла.
4. Не допускать натяжения, петления и перекручивания шланга. Укладывать шланги надо свободно так, чтобы по ним не проезжал транспорт и на них не наступали люди.

При переносе пневматических инструментов их следует держать за рукоятки или корпус.

После окончания работы необходимо: закрыть кран на воздухопроводе, отсоединить пневматический инструмент от шланга, а затем и шланг от воздухопровода; вынуть патрон (сверло) из шпинделя машинки; очистить машинку от стружек, пыли и протереть начисто; протереть шланг и аккуратно смотать его.

Пневматический инструмент следует хранить в сухом, отапливаемом помещении.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие способы используют для закрепления сверла в шпинделе сверлильного станка? Как устранить биение сверла?
2. Как удаляют инструмент (сверло, зенковку, развертку) из отверстия шпинделя станка?
3. Какие существуют способы контроля сверления глухих отверстий на заданную глубину на сверлильных станках?
4. Почему рассверливание отверстий выполняют в два прохода? Как определяют диаметр сверла для первого прохода?
5. Расскажите о приемах развертывания отверстий ручным способом и на сверлильных станках.
6. Какое назначение имеет калибр-пробка и как им пользоваться?
7. Когда применяют в работе зенкерование и зенкование?
8. Какие требования безопасности труда нужно соблюдать при работе на сверлильных станках?
9. Какие требования безопасности труда нужно соблюдать при работе с электрическими сверлильными машинками?

НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ

Требования безопасности труда. Уход за инструментом. Ручки воротков, плашкодержателей, клуппов и гаечных ключей должны иметь чистую гладкую поверхность. Запрещается пользоваться ключами и воротками с погнутыми рукоятками или рукоятками, имеющими зазубрины и заусенцы. Запрещается сдувать стружку или удалять ее пальцами. Для удаления стружки с тисков или резьбовых ниток необходимо пользоваться щеткой или ветошью. В процессе работы следует остерегаться ранения рук о заусенцы и выступающие острые кромки заготовок.

Изучить требования безопасности труда при работе ручными электрическими инструментами.

После работы с метчиков, плашек, воротков и клуппов необходимо тщательно смыть керосином вареное масло, протереть инстру-

мент чистой сухой ветошью и смазать тонким слоем машинного масла.

Резьбонарезной инструмент необходимо хранить по комплектам в деревянных футлярах, а измерительный — в мягких футлярах. Отдельные нескомплектованные инструменты (клуппы, воротки) следует хранить в специальных пирамидах, а метчики — в специально высверленных отверстиях в деревянных брусках.

Измерение и проверка наружной резьбы. В большинстве случаев определение типа резьбы заключается в следующем: определяется направление подъема витков (левая или правая резьба), система (метрическая или дюймовая), шаг и диаметр резьбы. (Правую или левую резьбу по расположению ниток резьбы.) Если гайка навертывается по часовой стрелке, значит резьба правая, а если против часовой стрелки, то резьба левая.

Для определения системы и шага резьбы или числа ниток на одном дюйме применяют резьбомер. Он состоит из набора стальных пластинок, на которых выполнен профиль резьбы с надписями размеров.

Диаметр резьбы измеряют штангенциркулем. Для комплексной проверки наружной резьбы применяют комплект резьбовых калибров, состоящий из двух колец, из которых одно проходное, а другое непроходное. Проходное кольцо изготовляют по наибольшему предельному размеру резьбы и обозначают ПР, а непроходное кольцо — по наименьшему предельному размеру резьбы с условным обозначением НЕ. Внешне проходное или непроходное резьбовые кольца можно различить по длине нарезки: у проходного кольца длина нарезки больше, чем у непроходного. Резьбовыми кольцами проверяется одновременно наружный, внутренний и средний диаметры резьбы.

Для проведения этой работы рекомендуется выдать обучающимся набор болтов, шпилек, имеющих метрическую или дюймовую резьбу, с различным шагом и числом ниток на 1″.

Последовательность выполнения упражнения заключается в следующем.

1. Прием определения резьбы резьбомером (рис. 184). Взяв в руки резьбомер и болт, последовательно накладывают пластинки резьбомера для метрической или дюймовой резьбы на проверяемую резьбу так, чтобы шаблон (гребенка) был размещен вдоль оси болта, а зубья шаблона вошли в резьбовые нитки болта. После того как профиль резбы шаблона точно совпадает с резьбой болта, по надписи на шаблоне устанавливают шаг метрической резьбы или число ниток на дюйм для дюймовой резьбы.

2. Прием проверки диаметра резьбы штангенциркулем (рис. 185). Болт помещают между измерительными поверхностями длинных губок штангенциркуля так, чтобы они были размещены вдоль оси болта, а рабочие поверхности были наложены на вершины резьбовых ниток.

Небольшим усилием большого пальца правой руки подвижную губку перемещают до соприкосновения с наружной поверхностью

резьбы. Затем проверяют диаметральное положение губок штангенциркулем и закрепляют их стопорным винтом (при перемещении губок штангенциркуля перпендикулярно оси болта должно ощущаться незначительное трение между губками и болтом). Штанген-

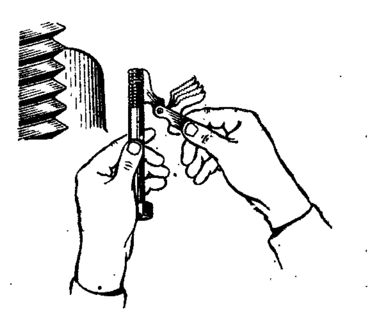


Рис. 184. Измерение наружной резьбы резьбомером

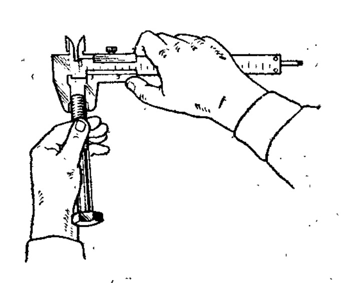


Рис. 185. Измерение диаметра резьбы штангенциркулем

циркуль осторожно снимают с болта и считывают размер по нониусу.

3. Прием проверки резьбы проходным резьбовым калибром-кольцом (рис. 186, *а*). При проверке резьбы проходным кольцом ПР его накладывают на конец стержня с нарезкой и навертывают таким образом, чтобы резьба стержня вошла в резьбу калибра. Кольцо по всей длине резьбы болта должно идти легко, но слишком свободная посадка кольца на резьбе болта (с качкой) недопустима.

При измерении резьбы непроходным кольцом НЕ (рис. 186, *б*) (после измерения проходным кольцом) допускается навертывание без особых усилий не более чем на две нитки резьбы.

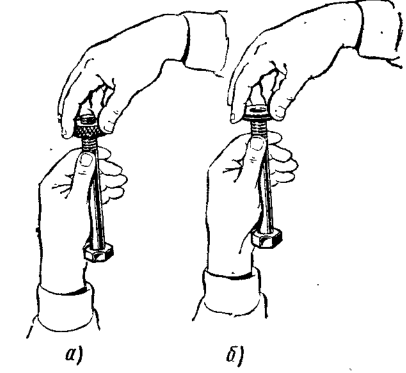


Рис. 186. Проверка резьбы резьбовыми калибрами-кольцами
а — проходным; *б* — непроходным

Резьба признается годной в том случае, если ПР проходит, а НЕ не проходит.

Нарезание наружной резьбы круглыми плашками. Простым и надежным способом крепления неподвижно-разъемных соединений различных деталей являются резьбовые соединения болтами, винтами и шпильками.

Для нарезания резьбы на них применяют две системы резьб: метрическую, в которой шаг и диаметр резьбы измеряются в миллиметрах, и дюймовую, в которой определяют число резьбовых ниток в 1″ длины нарезанного стержня с диаметром, обозначенным в дюймах.

При нарезании резьбы ручным способом самым распространенным инструментом являются круглые плашки (лерки), которые делят на цельные и разрезные. С помощью цельных плашек можно получить резьбу только одного диаметра. Разрезные плашки дают возможность регулировать диаметр нарезаемой резьбы в небольших пределах (0,1—0,3 мм).

При нарезании наружной резьбы необходимо правильно выбрать диаметр нарезаемого стержня. Если диаметр стержня будет мал, то резьба получится неполной, прочность резьбового соединения станет меньшей. Если диаметр стержня будет больше, чем следует, то работать плашкой будет трудно в связи с тем, что при нарезании резьбы диаметр стержня увеличивается за счет деформации металла. Больший диаметр стержня может привести к заеданию плашки и срыву резьбы. Диаметр стержня под резьбу определяют по табл. 5.

5. Диаметр стержней под резьбу при нарезании плашками

Резьба метрическая				Резьба дюймовая			Резьба трубная		
Диаметр резьбы, мм	Шаг, мм	Диаметр стержня, мм		Диаметр резьбы, дюймы	Диаметр стержня, мм		Диаметр резьбы, дюймы	Диаметр стержня, мм	
		наименьший	наибольший		наименьший	наибольший		наименьший	наибольший
М6	1,00	5,80	5,80	1/4	5,9	6,0	Т 1/8	9,4	9,5
М8	1,25	7,80	7,90	5/16	7,5	7,6	Т 1/4	12,7	13,0
М10	1,50	9,75	9,85	3/8	9,1	9,2	Т 3/8	16,2	16,5
М12	1,75	11,76	11,88	—	—	—	Т 1/2	20,4	20,7
М14	2,00	13,70	13,82	—	—	—		—	—
М16	2,00	15,70	15,82	1/2	12,1	12,2	Т 5/8	22,4	22,7
М18	2,50	17,70	17,82	—	—	—	—	—	—
М20	2,50	19,72	19,86	5/8	15,3	15,4	Т 3/4	25,9	26,2
М22	2,50	21,72	21,86	—	—	—		—	—
М24	3,00	23,65	23,79	3/4	18,4	18,5	Т 7/8	29,9	30,0
М27	3,00	26,65	26,79	—	—	—	—	—	—
М30	3,50	29,60	29,74	7/8	21,5	21,6	Т 1	32,7	33,0
М36	4,00	35,66	35,83	1	24,6	24,8	Т 11/8	37,0	37,3

Большое трение, возникающее при нарезании резьбы, приводит к сильному нагреву инструмента и притуплению режущих кромок.

Для уменьшения трения, а также для получения резьбы низкой шероховатости применяют следующие смазочные материалы: для стали — вареное масло; для чугуна и алюминия — керосин; для меди — скипидар. Нарезание резьбы на чугунных и бронзовых заготовках можно производить «всухую».

Учебное задание 1 состоит в прогонке неполной резьбы на болтах.

Последовательность выполнения задания заключается в следующем.

1. Подготовка к прогонке резьбы. Штангенциркулем измеряют наружный диаметр резьбы и определяют систему резьбы и шаг резьбомером.

При подборе цельных круглых плашек по установленным данным проверяют шероховатость их резьбовых канавок, обращают внимание на остроту и исправность режущих кромок. Нельзя применять плашки с выщербинами или забоинами на резьбовых нитках.

Плашкодержатель должен соответствовать круглой плашке. Ее устанавливают в плашкодержателе клеймением вверх, закрепляют специальными винтами *1—3* и *5* (рис. 187, *а*). Винт *4* служит для регулирования разжима в разрезной плашке. После того как болт вертикально закреплен в тисках, на болт и плашку кисточкой наносят соответствующий смазочный материал.

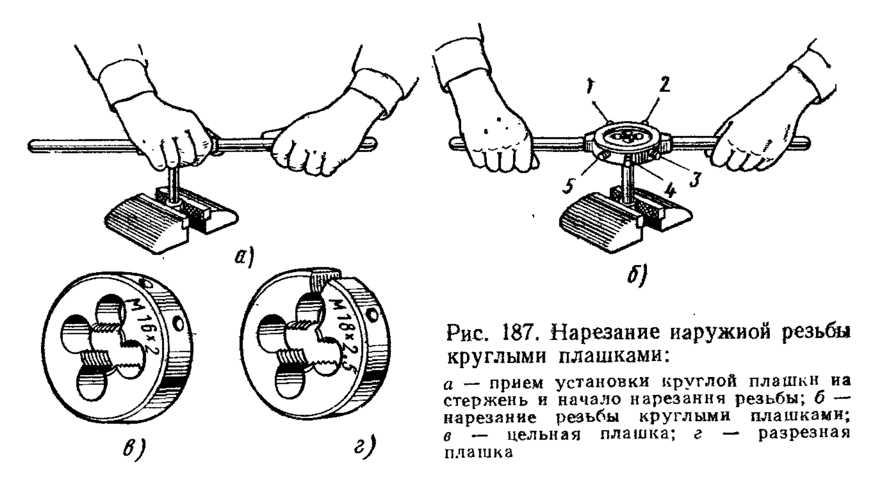


Рис. 187. Нарезание наружной резьбы круглыми плашками:

а — прием установки круглой плашки на стержень и начало нарезания резьбы; *б* — нарезание резьбы круглыми плашками; *в* — цельная плашка; *г* — разрезная плашка

2. Прием прогонки резьбы. Плашку с плашкодержателем накладывают на конец стержня болта так, чтобы имеющаяся на плашке маркировка находилась наверху, а плоскость плашки была перпендикулярной оси болта, затем стараются ввести плашку в нитку болта, слегка повертывают ее (рис. 187, *а*). После того как плашка вошла в нитку болта, плашкодержатель с плашкой поворачивают на $^1/_2$ оборота по ходу резьбы и на $^1/_4$ оборота в обратную сторону. Такое переменное вращение способствует дроблению и лучшему удалению стружки, облегчает обработку и образует резьбу более низкой шероховатости.

Такие движения совершают до тех пор, пока не выполнят прогонку по всей длине резьбы. При работе цельными плашками резьбу полного профиля получают с одного прохода.

После окончания обработки плашку свинчивают с болтов и протирают резьбу плашки чистой тряпкой.

Нарезаемую резьбу проверяют гайкой, которая должна вращаться свободно при очень небольшом усилии. Слишком свободная посадка гайки (с качкой) недопустима.

Учебное задание 2 состоит в нарезании на болтах (шпильках) метрической или дюймовой резьбы круглыми плашками.

1. По чертежу определяют диаметр, систему резьбы и длину нарезаемой части. Используя табл. 6, штангенциркулем проверяют диаметр обрабатываемого стержня.

Для того чтобы режущие кромки плашки не изнашивались, поверхность стержня под резьбу должна быть чистой без окалины и ржавчины. На конце стержня обязательно должна быть предусмотрена фаска, ширина которой немного больше высоты нитки резьбы.

На стержне отмечают длину нарезаемой части.

По заданной резьбе подбирают две круглые плашки (разрезную и цельную). Разрезную плашку устанавливают так, чтобы ее трехгранный паз (рис. 187, *г*) находился напротив винта *4*.

Плашку закрепляют винтами *1* и *2*, а остальными винтами регулируют ее размеры. Завинчивая винт *4*, регулируют разжим, а ввертывая винты *3* и *5* сжимают плашку. Для выполнения учебного задания плашку укрепляют так, чтобы она не была сжата, а имела наибольший диаметр. Стержень вертикально закрепляют в тисках и смазывают.

2. Прием нарезания резьбы. Плашку накладывают на нарезаемый конец стержня так, чтобы ее плоскость была перпендикулярна стержню. Затем правой рукой нажимают на плашку, а левой поворачивают плашкодержатель до тех пор, пока плашка не врежется в стержень (рис. 187, *а*). Во время врезания необходимо строго следить за горизонтальным расположением плоскости плашки. Как только плашка врежется в стержень, нажим прекращают и начинают вращать плашкодержатель по часовой стрелке (на $1/2$ оборота в одну сторону и на $1/4$ оборота в другую). Плашка сама «пойдет» по направлению резьбы.

Выполнив один проход, обратным вращением снимают плашку со стержня и проверяют размер резьбы по гайке. Убедившись, что гайка еще не навертывается, винтами *3* и *5* сжимают плашку на меньший диаметр. Повторяя переменные вращения плашки, выполняют второй проход по нарезанию резьбы. Плашку свинчивают и снимают со стержня.

Затем из плашкодержателя вынимают разрезную плашку и вместо нее устанавливают и закрепляют калибрующую цельную плашку (рис. 187, *в*). Ее накладывают на конец стержня и навертывают таким образом, чтобы зубья плашки вошли в резьбу стержня примерно на одну-две нитки.

Вращая цельную плашку попеременно в ту и другую сторону, калибруют резьбу до конца нарезки, а затем свинчивают и снимают плашку со стержня. Резьбу протирают чистой тряпкой и проверяют калибром-кольцом.

Выполнив задание, плашку вынимают из плашкодержателя, протирают инструмент чистой тряпкой или ветошью, смывают смазочный материал и кладут инструмент на место.

Нарезание резьбы клуппом. Для нарезания наружной резьбы на стержнях кроме круглых плашек применяют клуппы с призматическими плашками, которые дают возможность регулировать

диаметр нарезаемой резьбы в бóльших пределах, чем разрезными плашками.

Нарезание резьбы клуппом выполняют в следующей последовательности.

1. По диаметру, шагу, системе резьбы и номеру клуппа подбирают раздвижные плашки; плашки и клупп очищают от пыли и грязи. Плашки и сухарь устанавливают в призматические направляющие клуппа так, чтобы номера на клуппе и на плашках находились друг против друга (рис. 188). После этого плашки сжимают специальным винтом, установленным на рамке клуппа.

Наружный диаметр стержня измеряют штангенциркулем и сравнивают с табличными диаметрами стержней под резьбу. Поверхность нарезаемого стержня должна быть чистой, без окалины и ржавчины, иначе режущие кромки плашек сильно изнашиваются.

Если на стержне нет фаски, ее запиливают на торце напильником, выдерживая одинаковый угол наклона и одинаковую ширину фаски по всей длине окружности.

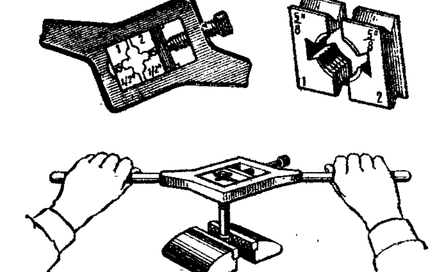


Рис. 188. Прием нарезания наружной резьбы клуппом

После того как на стержне отмерили длину нарезаемой части, болт (шпильку) зажимают вертикально в тисках.

2. На стержень накладывают клупп с плашками, при этом заборная часть плашки размещена на фасках на две-три нитки резьбы. Плашки сжимают винтом, чтобы их резьбовые нитки с некоторым усилием обжали стержень. При этом плоскость плашек должна быть строго перпендикулярной к оси болта.

Рабочие поверхности плашек и конец стержня смазывают вареным маслом.

Равномерно, с небольшим усилием нажимая на ручки клуппа, его вращают по направлению резьбы (на $1/2$ рабочего оборота в одну сторону и на $1/4$ оборота в другую сторону). Такое вращение выполняют до тех пор, пока не будет сделан первый проход на заданную длину нарезаемой резьбы. Нажим следует осуществлять до тех пор, пока плашки «не пойдут» по заданному направлению резьбы.

Клупп свинчивают со стержня, вновь сжимают плашки винтом, чтобы они повторно врезались в массу стержня, и, вращая клупп, продолжают выполнять второй проход резьбы.

Полный профиль резьбы при подобном способе нарезания получают за три-четыре прохода. Перед каждым проходом поверхность резьбы на стержне и резьбу плашек необходимо очищать от стружек и вновь смазывать вареным маслом.

После окончания последнего прохода клупп свинчивают со стержня (при сжатых плашках).

Резьбу протирают чистой тряпкой и резьбовым кольцом проверяют качество нарезанной резьбы.

Вынув плашку из клуппа, удаляют стружку, смывают смазочный материал и протирают ее чистой тряпкой. Чистый клупп и плашки протирают масляной тряпкой и кладут на место.

Измерение и проверка внутренней резьбы. Резьбомер служит для определения системы резьбы, шага метрической резьбы или числа ниток на 1″ дюймовой резьбы. Резьбомер является одномерным инструментом для измерения наружных и внутренних резьб. Резьбовая пробка служит для комплексной проверки основиых элементов внутренней резьбы. Она имеет проходную и непроходную стороны (проходная сторона имеет длинную часть с резьбой, а непроходная — короткую). Для измерения диаметра резьбы в отверстиях используют штангенциркуль.

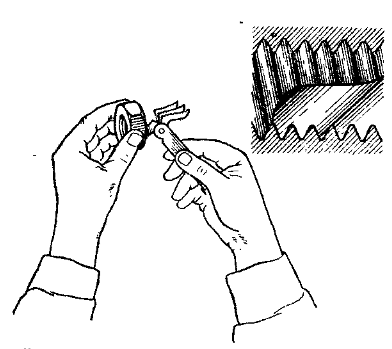


Рис. 189. Прием измерения внутренней резьбы резьбомером

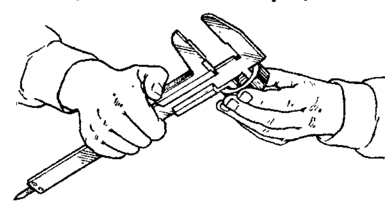


Рис. 190. Прием нзмерения диаметра резьбы штангенциркулем

Для выполнения этого упражнения необходимо иметь набор гаек с метрической и дюймовой резьбами, с различными шагами и числом ниток на 1″.

Для проверки внутренней резьбы пластинки метрического или дюймового резьбомера последовательно накладывают на проверяемую резьбу так, чтобы шаблон (гребенка) был размещен вдоль оси гайки, а зубья гребенки вошли в резьбовые нитки гайки (рис. 189). Эту операцию выполняют до тех пор, пока профиль резьбы шаблона точно не совпадет с резьбой гайки. После этого по надписи на шаблоне устанавливают шаг для метрической резьбы или число ниток на дюйм для дюймовой резьбы.

2. Для проверки диаметра резьбы штангенциркулем его короткие губки вставляют в резьбовое отверстие гайки (рис. 190). Губки должны легко соприкасаться с вершинами ниток резьбы. Положение рамки фиксируют стопорным винтом. Закончив измерение, штангенциркуль осторожно вынимают из гайки и результат измерения определяют по нониусу.

3. При проверке внутренней резьбы проходным резьбовым калибром-пробкой калибр вставляют в отверстие гайки и ввертывают его так, чтобы резьба пробки вошла в резьбу гайки (рис. 191). Во время ввертывания калибр должен идти по резьбе гайки свободно, без особых усилий. Свободная посадка калибра на резьбе гайки с качкой недопустима.

При проверке непроходным резьбовым калибром-пробкой последний не должен ввертываться в отверстие или допускать ввертывание его без особого усилия не более чем на две нитки резьбы. Резьба признается годной в том случае, если проходной калибр-пробка ввертывается, а непроходной не ввертывается более чем на две нитки.

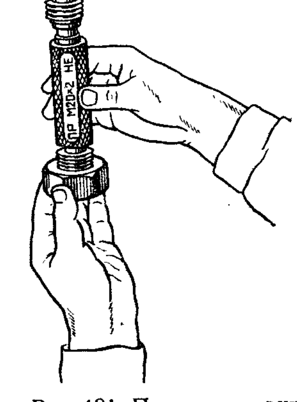
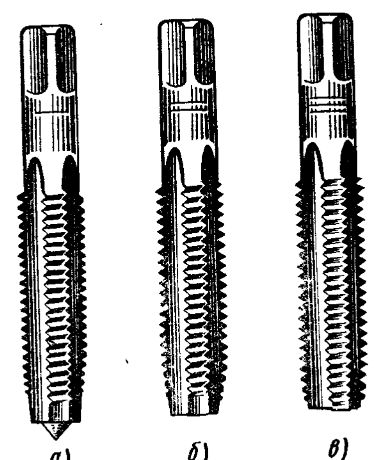


Рис. 191. Прием проверки внутренней резьбы резьбовым калибром-пробкой

Нарезание внутренней резьбы метчиками. Резьбу в отверстиях нарезают специальными инструментами — метчиками. Вручную резьбу нарезают комплектом из трех метчиков: чернового, среднего и чистового. Для того чтобы различить метчики, на их хвостовиках (рис. 192) нанесены риски: одна — черновой метчик, две — средний метчик, три — чистовой метчик.

Качество внутренней резьбы зависит от диаметра отверстия под резьбу (диаметр определяют по таблицам), правильного выбора и способа применения смазочного материала (для смазывания применяют тот же смазочный материал, что и при нарезании резьбы плашками), правильного подбора инструментов. Метчики подбирают комплектно на основе данных чертежа или по резьбомеру.

Нельзя применять метчики с забоинами на резьбовых нитках. Такой инструмент при работе не даст гладкой и чистой поверхности.



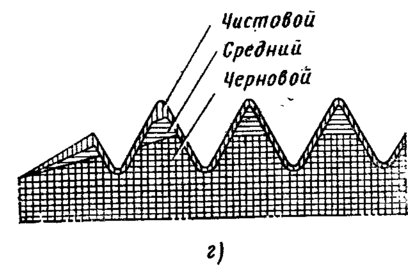


Рис. 192. Комплект метчиков:
а — черновой; *б* — средний; *в* — чистовой; *г* — схема, поясняющая профили метчиков

Вороток выбирают так, чтобы его квадратное отверстие соответствовало квадрату метчика на хвостовой его части.

Упражнение состоит из двух заданий.

Учебное задание 1 содержит прогонку неполной резьбы гаек.

1. Определяют шаг, направление витков резьбы (правая или левая) и систему резьбы резьбомером так, чтобы нитки шаблона совпали.

Внутренний диаметр резьбы измеряют штангенциркулем, располагая губки штангенциркуля строго диаметрально, и сопоставляют его по таблице с требуемым размером.

По установленным данным подбирают комплект метчиков (для прогонки резьбы первый черновой метчик не используется). Затем по квадрату хвостовой части метчика выбирают вороток и закрепляют гайку в тисках так, чтобы ось отверстия и направление метчика в работе были вертикальными.

2. В резьбовое отверстие гайки вводят заборную часть второго метчика так, чтобы его резьба вошла по направлению резьбы гайки. На метчик и отверстие гайки наносят смазочный материал. Затем на квадрат хвостовой части метчика надевают вороток.

Обе ручки воротка обхватывают руками и вращают, делая $^1/_2$ оборота по направлению резьбы и $^1/_4$ оборота в обратную сторону. Этот способ попеременного вращения уменьшает нагрузку на метчик, делает стружку дробленой и улучшает ее отвод из отверстия.

После окончания нарезания резьбы метчик вывертывают из гайки или пропускают его насквозь. Затем в отверстие гайки по направлению резьбы устанавливают третий (калибровочный) метчик, надевают вороток, смазывают вареным маслом и начинают вращать так же, как и второй. После нарезания метчик вывертывают из отверстия, проверяют нарезанную резьбу предельным резьбовым калибром-пробкой.

Учебное задание 2 содержит нарезание метрической и дюймовой резьб в отверстиях, предварительно выполненных при изучении приемов сверления. Кроме нарезания правой резьбы, необходимо ознакомиться с нарезанием левой резьбы. Это учебное задание выполняют в следующем порядке.

1. Изучают чертеж, определяют систему резьбы, диаметр и шаг. Затем измеряют диаметр отверстия и сверяют его с таблицей отверстий под резьбу, после этого подбирают необходимый комплект метчиков и вороток к ним.

Отверстие (если на нем отсутствует фаска) раззенковывают на глубину 1 мм для лучшего ввода заборной части метчика, после чего заготовку зажимают в тисках.

2. На квадрат хвостовой части метчика надевают вороток и вводят метчик заборной частью в отверстие, предварительно смазав его и отверстие вареным маслом. Правой рукой нажимают на вороток вдоль его оси, одновременно вращают до тех пор, пока метчик не прорежет одну-две нитки в отверстии (рис. 193, *а*). После того как метчик врезался в металл, осуществляют только попеременное вращение воротка по направлению резьбы до конца нарезания (рис. 193, *б*). Для уменьшения усилия через каждые $^1/_2$ оборота следует сделать $^1/_4$ оборота в обратную сторону, контролируя положение метчика относительно нарезаемой плоскости. Окончив нарезание, черновой метчик вывертывают из отверстия или пропускают

через него насквозь. В таком же порядке нарезают резьбу вторым и третьим метчиком.

После окончания нарезания резьбы инструмент протирают чистой ветошью, смывают смазочный материал и кладут на планшетку. Резьбу протирают чистой тряпкой и проверяют проходным и непроходным резьбовыми калибрами.

При нарезании внутренней резьбы в глубоких отверстиях или деталях из вязких металлов необходимо периодически вывертывать метчик и очищать его и отверстие от стружки. Для получения полной резьбы глубина глухих отверстий должна быть больше длины нарезаемой части на величину, несколько превышающую величину заборной части метчика, или для этого применяют метчики с укороченной заборной частью.

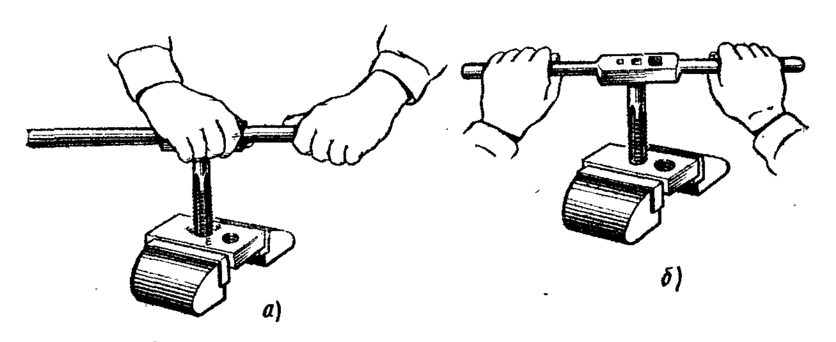


Рис. 193. Нарезание внутренней резьбы:

а — прием установки метчика в отверстие и начало нарезания резьбы; *б* — прием нарезания внутренней резьбы

Нарезание резьбы на стальных трубах. Одним из наиболее распространенных способов соединения труб является резьбовое соединение на фитингах. Существует два вида соединения: муфтой, угольником, тройником, крестовиной; подвижной муфтой с полным смещением ее заподлицо с концом трубы («сгон»).

Для нарезания трубной резьбы вручную применяют клупп с тремя комплектами раздвижных плашек.

Один из комплектов предназначен для труб диаметром $^1/_2$″—$^3/_4$″, второй 1″—1 $^1/_4$″ и третий 1 $^1/_2$″—2″. При работе клуппом приходится прилагать большое усилие, поэтому нарезание резьбы на трубах диаметром более 1 $^1/_2$″ выполняют два человека.

Нарезание резьбы на трубах выполняют в следующей последовательности.

1. Стальную трубу проверяют по диаметру (см. табл. 5) и надежно зажимают в прижиме, не допуская ее смятия. Выдвинутый над прижимом конец трубы должен составлять 150—200 мм.

2. Нарезаемый конец трубы очищают стальной щеткой и ветошью от грязи, окалины и коррозии, заусенцы снимают напильником.

3. Проверяют и готовят клупп к работе, т. е. очищают все части клуппа от пыли и грязи, а все трущиеся части его смазывают машинным маслом.

4. Подбирают необходимые плашки под размер резьбы, очищают их от пыли и грязи, проверяют остроту режущих кромок и исправность резьбовых ниток.

5. Плашки устанавливают в клупп, поворачивая рукояткой диск-планшайбу до упора. Места установки плашек в корпусе клуппа должны быть полностью открыты. Плашки поочередно вставляют в клупп, закрепляя их поворотом диска в противоположную сторону.

Правильность установки плашек проверяют, перемещая рукоятки диска в ту или другую сторону. При этом плашки должны одновременно сближаться к центру или расходиться от него без приложения больших усилий. Точность установки плашки на нужный размер проверяют по делениям на корпусе клуппа. Положение диска и плашек закрепляется установкой «защелки» в шлицевую прорезь на диске. Прием нарезания резьбы показан на рис. 194.

6. Нарезаемый конец трубы и плашки смазывают вареным маслом.

7. Клупп устанавливают на конец трубы и, вращая червячный винт, три направляющие плашки доводят до соприкосновения с цилиндрической поверхностью трубы, обеспечивая устойчивое положение клуппа на трубе.

8. Клупп налаживают для первого прохода резьбы так, чтобы заборная часть резьбовых плашек была размещена от края трубы на две-три нитки резьбы. Затем, вращая винт, перемещающий защелку, а вместе с ней и диск, сжимают резьбовые плашки таким образом, чтобы они врезались в поверхность трубы примерно на 0,3—0,5 мм.

9. Клупп вращают в четыре приема (за каждый прием необходимо описать угол не более 90°, см. рис. 194).

Вращение выполняют до тех пор, пока не будет выполнен первый проход на заданную длину нарезания резьбы. Длину нарезанной части проверяют измерительной линейкой, она равна сумме длины конца трубы, вышедшей из клуппа, и ширины плашки.

10. После выполнения одного прохода обратным вращением клуппа плашки подводят к концу трубы и устанавливают в первоначальное положение.

11. Вторично сжимают плашки винтом так, чтобы они врезались в стенку трубы, и вращают до конца нарезки.

12. После выполнения второго прохода обратным движением плашки приводят в первоначальное положение, затем продолжают выполнять последующие проходы.

Качество нарезаемой резьбы зависит от числа проходов, поэтому для получения полной и хорошей резьбы надо выполнять следующее число проходов: при диаметре труб до 1″ — два прохода, а свыше 1″ — три прохода.

Перед каждым повторным проходом поверхности резьбы детали и плашек необходимо очищать от стружек и вновь смазывать вареным маслом.

13. После нарезания резьбы освобождают защелку, рукояткой планшайбы раздвигают плашки и свободно снимают клупп с конца трубы. По окончании работы из клуппа вынимают плашки, тщательно протирают и смазывают все его части маслом.

Качество нарезания резьбы проверяют, навертывая муфту по всей длине нарезки.

Муфта по резьбе должна навертываться свободно вручную или с помощью трубного ключа при небольшом усилии.

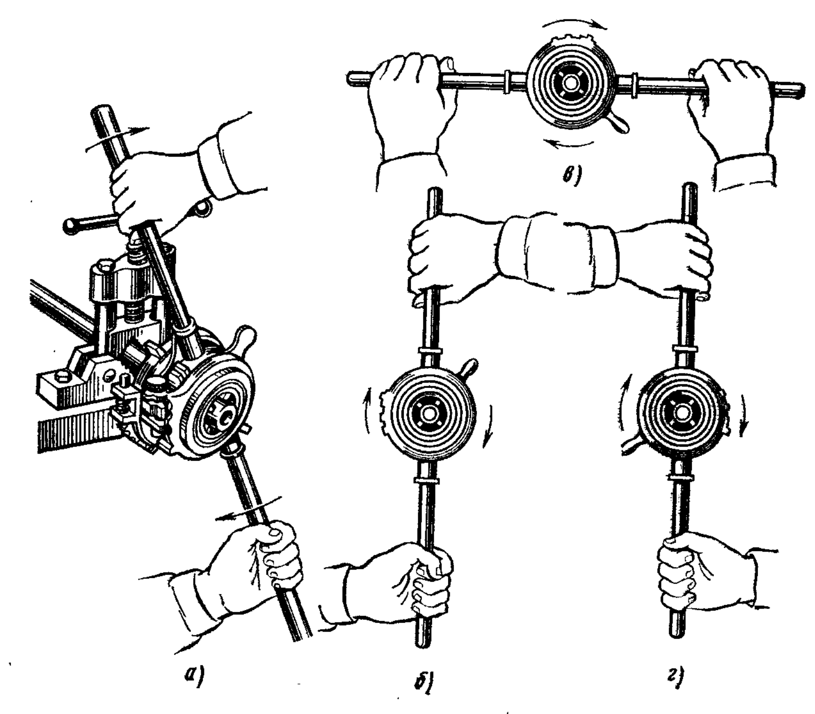


Рис. 194. Нарезание трубной резьбы клуппом:
а — общий вид; *б* — первый поворот; *в* — второй поворот; *г* — третий поворот

Накатывание резьбы ручными резьбонакатными плашками. Кроме нарезания резьбы круглыми плашками и раздвижными клуппами, применяют резьбонакатные плашки для накатывания резьб. В данном упражнении рассматривается накатывание резьб резьбонакатными плашками типа НП1 с диапазоном диаметров резьбы 4—6 мм.

Плашки содержат комплект из трех резьбонакатных роликов, которые выбираются в зависимости от диаметра и шага резьбы.

В резьбонакатную плашку НП1 можно установить следующие комплекты роликов для накатки резьбы с шагом (мм): М4 — 0,7; М5 — 0,8; М6 — 1.

Перед накатыванием резьбы следует выполнить ряд подготовительных работ.

6. Диаметр заготовок под накатывание резьбы, мм

Диаметр резьбы	Наибольший диаметр заготовок	Допуск
3×0,5	2,65	—0,08
4×0,7	3,52	—0,1
5×0,8	4,46	—0 1
6×1,0	5,39	—0,13
8×1,25	7,16	—0 16

Примечание. Все размеры даны в миллиметрах.

1. Подготавливают заготовку (болты, винты, шпильки) к накатыванию резьбы:

а) проверяют диаметр заготовки, который должен соответствовать размеру, указанному в табл. 6.

б) снимают напильником заходную фаску на конце заготовки под углом 10° к оси, чтобы диаметр на переднем конце заходной части был равен внутреннему диаметру резьбы минус ~0,3 мм;

в) заготовку устанавливают и зажимают в тисках в вертикальном положении.

2. Резьбонакатные плашки, находящиеся в разобранном состоянии, подготавливают к работе:

а) в зависимости от диаметра и шага резьбы к плашке подбирают резьбонакатные ролики;

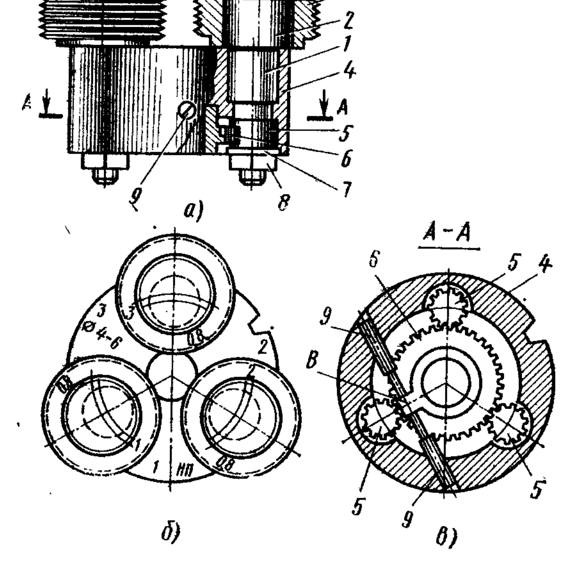


Рис. 195. Резьбонакатные ролики:

а — установка и закрепление роликов в корпусе плашки; *б* — расположение роликов в корпусе плашки; *в* — положение зубчатых венцов осей и зубьев колеса в корпусе плашки

б) оси роликов *1* (рис. 195) устанавливают передним торцом с буртиком на плоскость верстака;

в) эксцентрическую шейку оси роликов *2* смазывают тавотом и надевают на нее резьбонакатные ролики *3*;

г) ролики (в сборе) вставляют осями в отверстия корпуса *4* в порядке восходящих номеров, обозначенных на роликах и на корпусе метками *1—3* (рис. 195, *б*), а с противоположной стороны корпуса

(рис. 195, *в*) зубчатые венцы осей *5* должны быть сопряжены с зубьями зубчатого колеса *6*;

д) в выточку корпуса вставляют зубчатое колесо *6* (см. рис. 195, *в*) так, чтобы зубчатые венцы осей *5* были сопряжены с зубьями зубчатого колеса, а выступ *В* был расположен между двумя регулировочными стопорными винтами *9*;

е) оси роликов закрепляют (предварительно) в корпусе гайками *8* с шайбами *7* (рис. 195, *а*);

ж) ролики устанавливают на требуемый размер резьбы; для этого резьбовой калибр или болт устанавливают по оси плашки между тремя роликами;

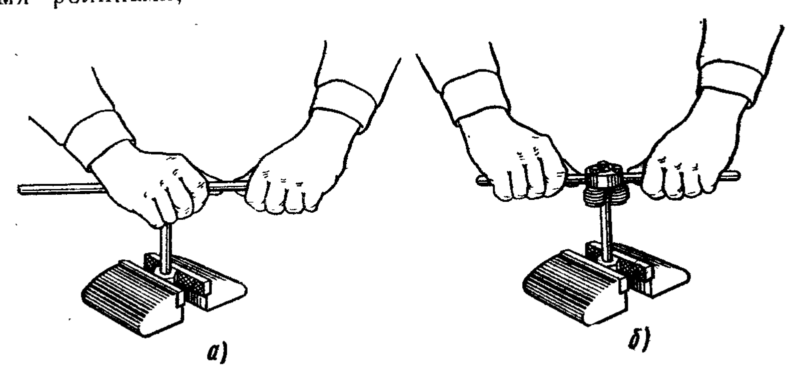


Рис. 196. Приемы работы:

а — резьбонакатной плашкой для самозатягивания; *б* — резьбонакатными плашками

з) ролики сближают так, чтобы гребни их резьбы плотно охватывали резьбу калибра (болта). Сближение выполняется двумя регулировочными стопорными винтами *9*, один из них вывертывают, а другой завертывают в корпусе *4*. При этом завертываемый винт *9*, перемещая выступ *В*, одновременно поворачивает зубчатое колесо *6* и эксцентрическую шейку осей роликов *2*, которые сближают резьбонакатные ролики (рис. 195, *а*, *в*).

После установки роликов на размер центральное зубчатое колесо *6* стопорят винтами *9* и окончательно зажимают оси роликов *1* гайками *8*;

и) калибр (болт) вывертывают из роликов и проверяют свободное вращение на шейках осей.

3. Прием накатывания резьбы состоит в следующем:

а) на нарезаемый конец заготовки накладывают плашку, при этом заходная фаска должна войти без перекоса между тремя резьбонакатными роликами плашки;

в) правой рукой охватывают плашку, надавливая на нее вниз, а левой рукой поворачивают плашку по часовой стрелке, применяя метод самозатягивания (рис. 196, *а*). Принудительная подача плашки на заготовку производится только в начале работы — до захвата роликами;

г) после самозатягивания выполняют вращение плашки с помощью рукояток (рис. 196, *б*) накатывая резьбу за один проход на заданную длину;

д) обратным вращением плашки свертывают ее с резьбы, протирают чистой тряпкой и провертывают качество накатки калибром-кольцом.

После выполнения задания смывают смазочный материал, протирают инструмент чистой тряпкой и кладут на место.

Нарезание резьбы на сверлильных станках. Для нарезания резьбы в отверстиях на сверлильных станках применяют специальные предохранительные патроны. Это более производительный способ обработки по сравнению с ручным нарезанием резьбы.

В одной из конструкций такого патрона предусмотрено закрепление метчика с допустимым регулируемым усилием. В этом случае при сверлении глухих отверстий, когда метчик упирается в дно нарезаемого отверстия, он прекращает вращение в заготовке.

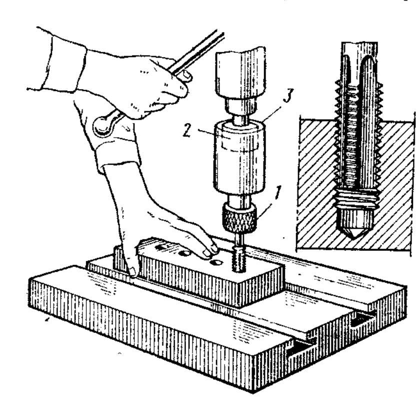


Рис. 197. Прием нарезания резьбы на сверлильном станке

1. Перед началом работы необходимо выполнить требования по уходу за станком; организовать рабочее место; подготовить станок к работе; закрепить деталь на столе станка.

2. Установить предохранительный патрон в шпиндель станка так же, как в обыкновенный патрон с конусным хвостовиком.

3. Выбрать необходимый метчик, вставить его в цангу патрона и закрепить накидной гайкой *1* (рис. 197).

4. Наладить станок на режим резания 5—8 м/мин.

5. Пустить электродвигатель и проверить метчик на биение.

6. Подвести центр отверстия под метчик, смазать метчик вареным маслом и выполнить пробное нарезание резьбы в глухом отверстии (для регулирования метчика на допустимое усилие). Регулирование выполняют круглой гайкой *2* и стопорят ее винтом *3*. Регулирование заканчивают, когда метчик нарежет резьбу в отверстии на всю длину, и только дойдя до дна отверстия, прекращают вращение.

Таким же способом нарезают резьбу и в остальных отверстиях. Выполненную резьбу проверяют резьбовым калибром.

Нарезание резьбы механизированными резьбонарезателями. Для механизированного получения резьбы в глухих и сквозных отверстиях применяют электрические резьбонарезные машинки для нарезания резьбы диаметром до 24 мм и пневматические резьбонарезатели для нарезания резьбы диаметром до 8 мм. По сравнению с нарезанием резьбы вручную с применением резьбонарезных машинок производительность труда возрастает в 5—6 раз.

Приемы и способы работы электрическими и пневматическими резьбонарезными машинками сходны с работой на электрических и пневматических сверлильных машинках. Конструктивной особенностью резьбонарезных машинок является реверсивный механизм, который в процессе нарезания резьбы при нажиме на метчик «заставляет» шпиндель вращаться по часовой стрелке, а метчик — нарезать резьбу.

После окончания процесса нарезания корпус резьбонарезателя оттягивают вверх, реверсивный механизм изменяет направление вращения, и метчик вывертывается из отверстия. Пуск и остановка электродвигателя производятся поворотом выключателя, помещенного на правой рукоятке. Управление двигателем пневматического резьбонарезателя выполняют нажатием большим пальцем правой руки на курок.

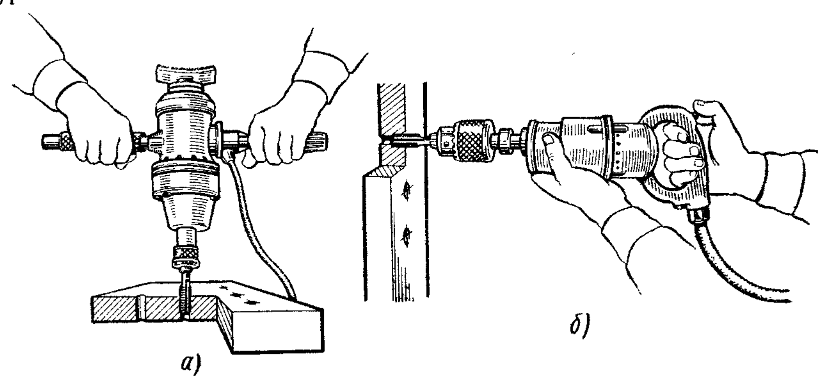


Рис. 198. Прием нарезания резьбы резьбонарезателями:
а — электрическим; *б* — пневматическим

Нарезание резьбы резьбонарезными механизированными инструментами выполняется в следующей последовательности.

1. Изучают требования безопасности труда при работе электро- и пневмоинструментом в зависимости от того, какой инструмент используется в работе.

2. Выполняют подготовительные работы. Размечают центры отверстий, накернивают их; по таблице подбирают диаметр сверла; сверлят отверстия; раззенковывают отверстие на глубину 1 мм для лучшего ввода заборной части метчика в обрабатываемое отверстие.

3. Проверяют исправность редуктора резьбонарезной машинки; для этого шпиндель электроинструмента проворачивают вручную на несколько оборотов. При исправном редукторе шпиндель вращается легко, без заеданий и значительного зазора.

4. Приемы нарезания резьбы резьбонарезными машинками показаны на рис. 198, *а*, *б*. Удерживая резьбонарезатель в руках так, чтобы не возникал перекос инструмента относительно оси отверстия, включают двигатель и слегка нажимают на корпус, выполняя нарезание резьбы. Окончив нарезание, т. е. прекратив нажим, метчик оттягивают вверх, машинка изменяет направление вращения, инстру-

мент вывертывается из отверстия; резьбу протирают чистой тряпкой и проверяют проходным и непроходным резьбовым калибром.

5. После окончания работы резьбонарезатель протирают и кладут на место.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие существуют системы резьб и чем они отличаются друг от друга? С помощью чего их можно определить?
2. Как определить диаметр отверстия под резьбу?
3. Для чего и какой смазочный материал применяют при нарезании резьб?
4. Какие правила необходимо соблюдать при нарезании внутренней резьбы метчиками?
5. Какое назначение имеет резьбовой калибр-пробка и как им пользоваться?
6. Как определить диаметр стержня под резьбу?
7. Какие правила необходимо соблюдать при нарезании наружной резьбы плашками?
8. Расскажите, как нарезать резьбу резьбонарезными машинками.

ШАБРЕНИЕ

Требования безопасности труда. Приступая к проведению занятий по шабрению поверхностей, инструктор производственного обучения обязан внимательно осмотреть инструмент. Шаберы не должны иметь трещин и отколов, деревянные ручки должны быть из дерева твердых пород, без трещин и отколов, поверхность ручки должна быть чистой и гладкой. Чтобы предохранить рукоятку от раскалывания, на нее насаживают металлическое кольцо; рукоятка должна быть плотно и надежно насажена на хвостовую часть шабера на $^2/_3$ своей длины.

Для предохранения рук от пореза режущей кромкой второй конец двусторонних шаберов необходимо закрывать специальным футляром. Заготовки и детали, подлежащие шабрению, не должны иметь заусенцев, их кромки должны быть притуплены. Рабочее место у заточного станка должно быть хорошо освещено. Экраны на заточном станке не должны мешать свободному доступу шабером к поверхности шлифовального круга.

Во время шабрения запрещается вручную удалять металлическую пыль или стружку с обрабатываемой поверхности; сдувать частицы металла, так как это может привести к засорению глаз (для этой цели применяют только щетки).

Уход за рабочим инструментом заключается в следующем.

1. Во время работы поверхности поверочных плит, плоских и трехгранных линеек должны быть всегда чистыми, их следует оберегать от механических повреждений (забоин, вмятин), попадания на их контрольные плоскости грязи, стружек, а также влаги, что может вызвать коррозию.

2. Обрабатываемую плоскость следует накладывать на контрольную плиту (или наоборот) с большой осторожностью, не допуская ударов.

3. Для увеличения срока службы контрольной плиты следует использовать всю ее поверхность.

После окончания работы поверочную плиту и линейки следует вытереть сухой чистой тряпкой, промыть керосином, смазать машинным маслом и положить в футляр.

Подготовка плоскостей к шабрению. Шабрение является окончательной слесарной операцией по снятию тонкого слоя металла с обрабатываемых поверхностей специальными режущими инструментами — шаберами.

Упражнение по подготовке плоскостей к шабрению состоит из обработки поверхностей под шабрение путем опиливания под краску (при более точном способе контроля с помощью поверочной плиты). Объектом учебной работы является чугунная плитка или основание призмы, предварительно обработанные на фрезерном или строгальном станке.

Упражнение выполняют в следующем порядке:

готовят краситель и наносят его на плитку (в качестве красителя применяют берлинскую лазурь или голландскую сажу);

сухую краску насыпают на чистую и ровную поверхность чугунной плиты и металлическим бруском или валиком растирают ее в порошок;

порошок собирают с плиты в сосуд и, тщательно перемешивая, разводят в машинном масле до густоты жидкой сметаны;

разведенную краску накладывают на кусок материи и завязывают в тампон, который укладывают в чистую посуду (погружать тампон в разведенную краску или набирать им сухую и обмакивать в масло не рекомендуется).

Поверочную плиту очищают от пыли и грязи, промывают керосином и насухо протирают.

Существует два способа нанесения краски на поверочные плиты.

1. Непосредственно тампоном натирают всю поверхность поверочной плиты для опиливания по краске или шабрения. Процесс натирания плиты краской осуществляется движением тампона по поверхности плиты без отрыва тампона от нее. При растирании следует периодически смещать тампон за край плиты, где при обратном движении острая грань плиты очищает поверхность тампона от комочков краски.

2. На небольшую площадь, начиная от угла поверочной плиты, тампоном наносят краску и круговыми движениями кубика по окрашенной площади поверочной плиты переносят краску на его грань, затем накладывают кубик окрашенной плоскостью на поверочную плиту и круговыми движениями наносят на нее краску.

Перед опиливанием или шабрением плоскость детали проверяют на контрольной плите, для чего деталь осторожно устанавливают обрабатываемой плоскостью на окрашенную поверхность контрольной плиты и передвигают деталь взад и вперед и по кругу по всей поверхности плиты с небольшим равномерным нажимом (рис. 199, *б*).

Деталь осторожно снимают с плиты. На поверхности детали будут окрашены выпуклые места, которые необходимо опилить (рис. 199, *б*).

Прием опиливания по краске состоит в следующем: деталь прочно закрепляют в тисках; для устранения скольжения по краске и засаливания насечки напильник натирают мелом; напильник двигают

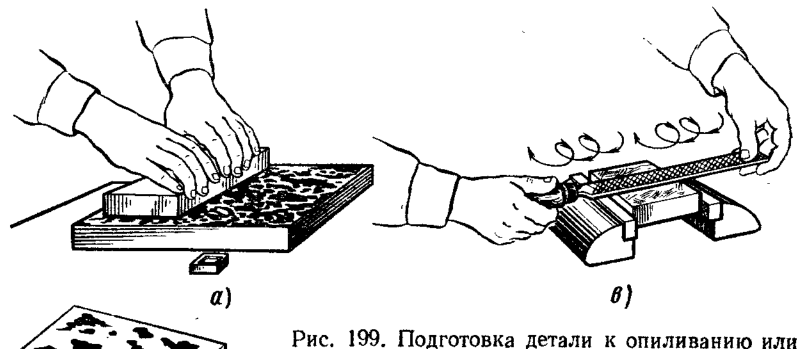


Рис. 199. Подготовка детали к опиливанию или нарезанию:
а — прием нанесения краски на обрабатываемую поверхность; *б* — пятна краски на обрабатываемой поверхности; *в* — прием опиливания по краске

вкруговую, снимая слой металла с окрашенных мест (рис. 199, *в*). Для предотвращения образования глубоких рисок надо чаще очищать напильник стальной щеткой. Опиливание следует вести осторожно, так как при излишних проходах напильник может оставить царапины. После опиливания окрашенных пятен деталь освобождают из тисков и вторично проводят проверку плоскости на окрашенной поверочной плите, затем продолжают опиливать слой металла по новым пятнам краски. Чередование опиливания и проверки повторяется до тех пор, пока не будет получена ровная поверхность с большим числом пятен на поверхности детали (особенно по краям).

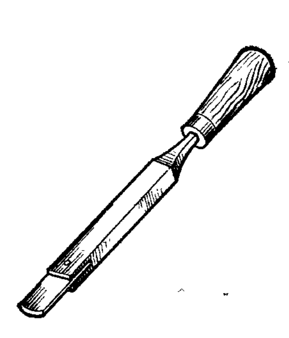


Рис. 200. Шабер со вставной пластинкой из твердого сплава

Шабрение плоских поверхностей. Процесс шабрения предусматривает подгонку обрабатываемых поверхностей по контрольным плитам, линейкам или сопрягаемым плоскостям с помощью шаберов.

В зависимости от точности шабрения шаберы должны иметь ширину, мм:

для грубого предварительного шабрения	20—30
для чистого шабрения	10—15
для точного шабрения	5—10

Кроме цельных шаберов из углеродистой инструментальной стали, применяют шаберы со вставными пластинками из твердого сплава (рис. 200). Эти шаберы используют в работе продолжительное

время, а в случае затупления режущей кромки сменную пластинку заменяют новой.

Подготовка к шабрению состоит в следующем: насухо протирают поверочную плиту и на ее поверхность наносят краску; призму зажимают в тисках так, чтобы плоскость, подлежащая шабрению была наверху.

Шабрение плоскости выполняется в такой последовательности.

1. Головка рукоятки шабера шириной 20—30 мм должна упираться в ладонь правой руки, большой палец наложен вдоль оси рукоятки, остальные пальцы обхватывают рукоятку снизу. Ладонь левой руки накладывают на шабер посередине, обхватывая инструмент пальцами.

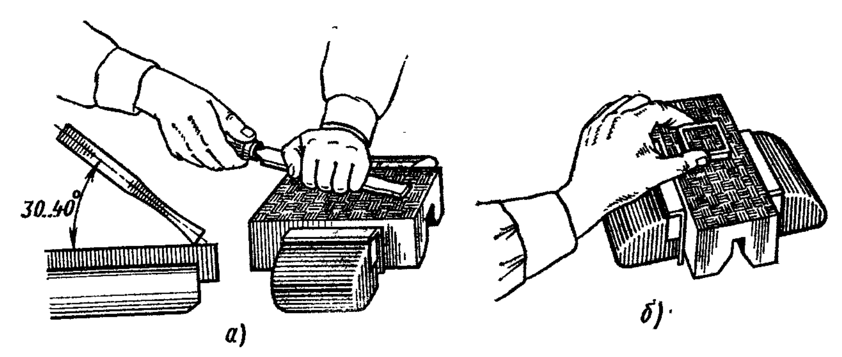


Рис. 201. Шабрение плоских поверхностей:
а — прием работы; *б* — проверка качества шабрения с помощью рамки

2. В рабочем положении угол наклона шабера относительно обрабатываемой поверхности должен составлять 30—40° (рис. 201, *а*), а режущая кромка находиться на окрашенной плоскости.

3. Движениями шабера вперед и назад при длине рабочего хода 10—15 мм соскабливают окрашенные места. Движение вперед является рабочим ходом, при котором необходимо делать нажим левой рукой. В конце рабочего хода нажим на шабер ослабляют, чтобы избежать появления заусенцев. Заусенцы мешают детали плотно прилегать к плоскости поверочной плиты, что затрудняет дальнейшую обработку из-за неправильного окрашивания. После каждого перенесения краски на призму рекомендуется изменять направление движения шабером, чтобы получаемые штрихи пересекались между собой, а продолговатые пятна удалялись в поперечном направлении. После соскабливания окрашенных мест поверхность призмы очищают щеткой и тщательно вытирают сухой чистой тряпкой.

4. Попеременное шабрение в разных направлениях чередуют с проверкой на контрольной плите до тех пор, пока вся обрабатываемая поверхность будет равномерно закрашиваться краской. Предварительное шабрение заканчивается при появлении четырех—шести пятен на площади 25×25 мм при равномерном их распределении по всей плоскости.

Окончательное шабрение состоит в следующем:

а) с помощью кубика на поверочную плиту наносят тонкий слой краски;

б) шабрение выполняют узкими шаберами, при движении которых снимается слой металла только в местах, покрытых краской, так, чтобы штрихи пересекались между собой.

Шабрение части поверхности, расположенной по краям (у кромок), выполняется шаберами с прямолинейными режущими кромками с допустимым выходом их за пределы плоскостей на $^1/_4$ ширины шабера. Применять шаберы с криволинейной режущей кромкой не следует, так как они соскальзывают и «заваливают» углы.

Для получения гладкой поверхности при шабрении деталей из стали и меди режущие кромки шабера смазывают густым мыльным раствором. Шабрение деталей из других металлов выполняют без смазочного материала (всухую).

Шабрение заканчивают при появлении 12—16 пятен на площади 25×25 мм (рис. 201, *б*) при равномерном их распределении по всей плоскости. Штрихи от шабрения должны располагаться в шахматном порядке. Проверка точности шабрения с помощью рамки производится на трех-четырех участках.

Заточка и заправка плоских шаберов. Прежде чем приступить к работе по заточке шаберов, необходимо изучить требования безопасности труда при работе на заточном станке. Шабрение плоских поверхностей следует выполнять только правильно заточенными заправленным плоским шабером. Заточку плоского шабера производят на заточном станке мелкозернистыми кругами с двух установок при заточке режущей кромки с торца, а затем по плоскости.

1. Заточку торцовой поверхности шабера производят на шлифовальном круге небольшого диаметра. Торцовая поверхность получается вогнутой, что ускоряет и облегчает доводку на бруске.

Заточку выполняют так:

а) шабер берут правой рукой за рукоятку, а левой рукой обхватывают его как можно ближе к рабочему концу. Опираясь плоской гранью шабера на подручник, к шлифовальному кругу плавно подводят торцовый конец инструмента. Положение шабера должно быть горизонтальным, а его ось должна находиться в горизонтальной плоскости, проходящей через центр шлифовального круга (рис. 202, *а*);

б) плавным движением правой руки за один прием, не отнимая конца шабера от шлифовального круга, делают небольшие горизонтальные движения для образования криволинейной режущей кромки на торцовой части. Бóльшую кривизну придают для точного шабрения, а меньшую — для предварительного.

2. Заточку шабера по плоскости производят на заточном станке. Шабер удерживают обеими руками, конец шабера плавно накладывают и слегка поджимают к вращающемуся шлифовальному кругу (рис. 202, *б*); выполняют заточку за один прием.

В результате заточки на конце плоскости шабера образуется небольшой участок поверхности сложной формы (рис. 202, *в*), которая значительно облегчает доводку режущей кромки на бруске. В процессе заточки шабер необходимо охлаждать водой.

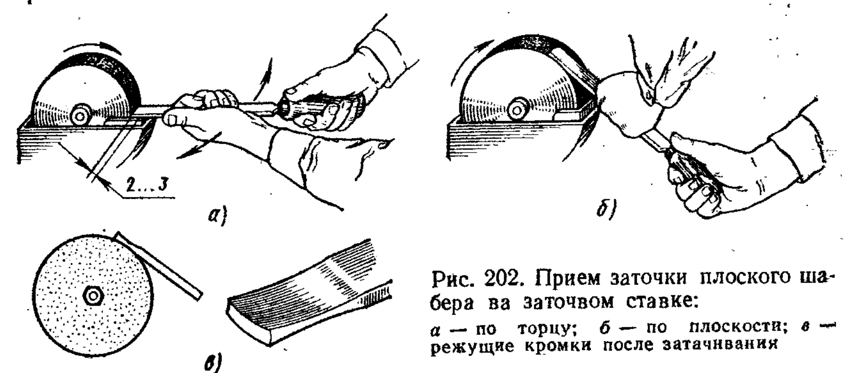


Рис. 202. Прием заточки плоского шабера ва заточвом ставке:
а — по торцу; *б* — по плоскости; *в* — режущие кромки после затачивания

3. Заправку или доводку шабера производят вручную на мелкозернистых брусках. Для шабрения повышенной точности окончательную доводку выполняют пастой ГОИ, наносимой на чугунную плиту. Режущие грани доводят очень тщательно, иначе шабер при работе будет делать штрихи и царапины. Во время заправки оселок должен быть устойчивым. Обычно его врезают в деревянный брусок с широким основанием.

Поверхность оселка смазывают машинным маслом или смачивают водой. Для заправки торцовой грани шабер устанавливают в вертикальное положение так, чтобы его торцовая грань находилась на поверхности оселка. Двумя пальцами левой руки шабер удерживают за рукоятку, слегка прижимая его к оселку, а правой рукой сообщают колебательные движения по длине криволинейной торцовой поверхности шабера (рис. 203, *а*), выполняя доводку. Для заправки по плоскости шабер удерживают двумя руками в горизонтальном положении, накладывают его на оселок и выполняют движения вдоль режущих кромок (рис. 203, *б*).

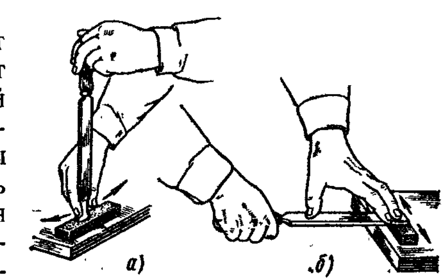


Рис. 203. Прием заправки плоского шабера ва бруске:
а — торцовой грани; *б* — по плоскости

Заправка шабера заканчивается, после того как на узких плоскостях режущих кромок исчезнут следы заточки от шлифовального круга и они будут иметь чистую блестящую поверхность, а кромки — необходимую остроту.

Шабрение параллельных плоскостей является сложной операпией, так как в этом случае следует выдержать прямолинейность, параллельность и определенное положение плоскостей.

При шабрении параллельных плоскостей призмы за базу принимается ее основание. Весь процесс шабрения параллельных плоскостей выполняется в следующем порядке.

1. Все плоскости, подлежащие шабрению, проверяют на:

а) соответствие всех размеров чертежу (припуски для шабрения не должны превышать 0,1 мм, при большем припуске на шабрение плоскости предварительно опиливают по краске);

б) прямолинейность — с помощью поверочной линейки;

в) перпендикулярность к базовой плоскости — угольником;

г) параллельность плоскостей *1* и *2* — штангенциркулем (рис. 204).

2) На окрашенную поверхность поверочной плиты накладывают призму, при этом плоскости *2*, подлежащие шабрению, находятся

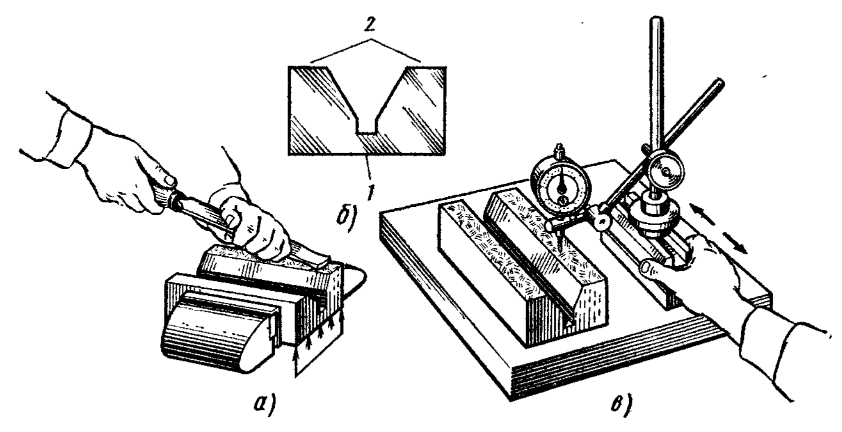


Рис. 204. Шабрение параллельной плоскости:

а — прием работы; *б* — плоскости, обрабатываемые шабрением; *в* — проверка параллельности плоскостей индикатором

на плите и двумя-тремя круговыми движениями передвигают призму по плите.

3. Призму снимают с плиты и зажимают ее в тисках, имеющих алюминиевые или медные нагубники.

4. В два перехода пришабривают места, покрытые краской (рис. 204);

а) сначала производят предварительное шабрение (четыре-шесть пятен);

б) вторым проходом выполняют точное шабрение (12—16 пятен). Во всех переходах процесс шабрения чередуется с проверкой на краску. Направление движения шабера изменяется после каждого окрашивания.

5. В конце каждого перехода индикатором проверяется параллельность плоскостей *1* и *2*; для этого:

а) базу обрабатываемой призмы накладывают на поверочную плиту;

б) на установочной призме размещают индикатор, при этом конец измерительного стержня должен находиться на высоте призмы;

в) конец измерительного стержня доводят до соприкосновения с краем одной части плоскости *2* (рис. 204, *б*). При этом поворотом наружного кольца индикатора шкалу устанавливают на нулевое положение по стрелке прибора;

г) передвигая призму с индикатором вдоль оси обрабатываемой призмы до конца плоскости (рис. 204, *в*), по показанию прибора определяют величину отклонения от параллельности. При отсчете необходимо знать, что у индикаторов часового типа цена одного деления на большой шкале равна 0,01 мм, а на малой шкале — 1 мм;

д) аналогично проверяют параллельность второй части плоскости *2*, разделенной угловой выемкой. Индикатор следует перемещать осторожно, чтобы не изменить его первоначального положения на установочной призме.

6. Заканчивают шабрение всей плоскости *2*, добившись получения 12—16 пятен на площади 25×25 мм^2 с контролем прямолинейности линейкой со щупом, параллельности плоскостей индикатором и проверкой размера между параллельными плоскостями микрометром.

Шабрение плоских поверхностей, расположенных под углом. Для выполнения этого упражнения применяют шаберы большей длины со вставными пластинками из твердого сплава. На противоположном конце они имеют деревянную рукоятку. Режущая кромка шаберов прямолинейна, ее затачивают под углом 50°. Вставные пластинки должны иметь широкую режущую кромку для предварительного шабрения и узкую — для окончательного.

Этот метод широко применяют при получистовом и чистовом шабрении, где прямолинейной режущей кромкой шабера при движении на себя и равномерном усилии рук соскабливается слой металла.

Шабрение плоскостей, сопряженных под различными углами, в данном упражнении состоит из трех учебных заданий.

Учебное задание 1. Шабрение сопряженных плоскостей под внешним углом 90°, например на призме, выполняется по контрольному угольнику с углом 90° в следующей последовательности.

1. Положение плоскостей *2* и *3* по отношению к основанию проверяют (рис. 205, *б*) угольником, а параллельность — штангенциркулем или микрометром.

2. На вертикальную сторону контрольного угольника тампоном наносят тонкий слой краски и устанавливают угольник на плоскость поверочной плиты. Окрашенная плоскость угольника принимает вертикальное положение, образуя угол 90° с плоскостью плиты.

3. Призму базовой плоскостью кладут на поверочную плиту и прижимают боковой плоскостью *3* к вертикальной плоскости контрольного угольника (рис. 205, *б*).

4. Левой рукой удерживают контрольный угольник, а правой передвигают призму по угольнику вперед и назад, перенося на поверхность боковой плоскости *3* краску.

5. Призму устанавливают в тиски, режущую кромку шабера подводят к обрабатываемой поверхности, устанавливая шабер под углом 75—80°. Второй конец шабера должен упираться деревянной ручкой в плечо работающего несколько выше ключицы (рис. 205, *а*).

6. Режущую кромку шабера устанавливают у границы пятна краски и движением на себя соскабливают слой металла с поверхности *3*. При шабрении надо обращать внимание на то, чтобы шабер работал всей режущей кромкой, иначе на обрабатываемой поверхности возможно образование глубоких царапин.

Плоскость *3* пришабривают в два перехода (предварительным и окончательным шабрением), при этом чередуют шабрение с проверкой по краске. По мере пришабривания плоскости *2* на контрольную поверхность угольника кубиком наносят краску.

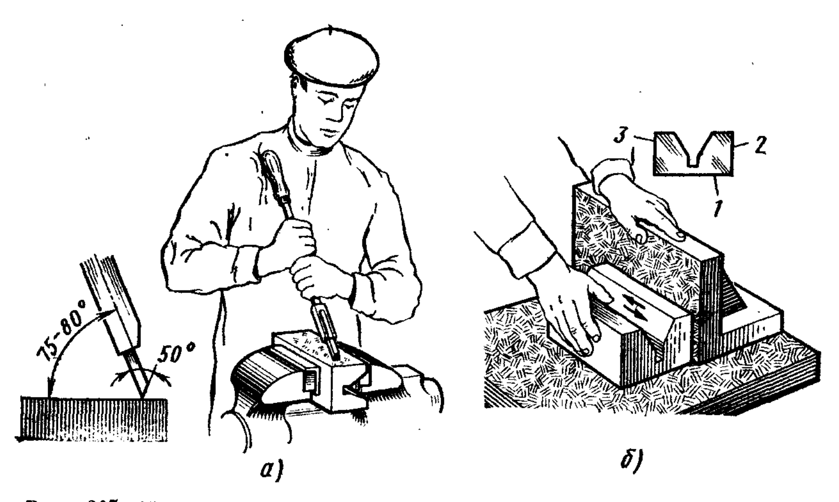


Рис. 205. Шабрение методом «на себя»:
а — прием работы; *б* — проверка по контрольному угольнику

7. Шабрение плоскости *3* заканчивают, если выдержана прямолинейность, сопряжение указанных плоскостей под углом 90° и получено 12—16 пятен на площади 25×25 мм.

8. В такой последовательности пришабривают другую боковую плоскость *2*, где должны быть выдержаны: сопряжение плоскостей *1* и *2* и *1* и *3* под углом 90° (проверка по угольнику); параллельность боковых плоскостей *2*, *3* (проверка индикатором). Шабрение заканчивается при наличии 12—16 пятен иа площади 25×25 мм.

Учебное задание 2 состоит в шабрении плоскостей, расположенных под углом 60° (рис. 206, *б*).

Базой для шабрения является основание призмы, обработанное, как показано выше. Работа выполняется в следующем порядке.

1. Призму зажимают в тисках угловой выемкой вверх.

2. На плоскости трехгранной поверочной линейки тампоном наиосят тонкий слой краски.

3. В угловую выемку призмы помещают смазанную краской трехгранную линейку и, передвигая линейку несколько раз вперед и иазад, переносят краску на обрабатываемые плоскости (рис. 206, *а*). Линейка должна быть длиннее детали.

4. Пришабривают первую наклонную плоскость *1*, чередуя шабрение с проверкой плоскостности до появления 15—20 пятен на площади 25×25 мм (рис. 206). После предварительного пришабривания краску на поверхность поверочной линейки наносят кубиком.

5. Аналогично первой пришабривают вторую наклонную плоскость *2*. Шабрение заканчивают при наличии 15—20 пятен на площади 25×25 мм на обеих наклонных плоскостях и правильном положении внутреннего угла относительно боковых плоскостей.

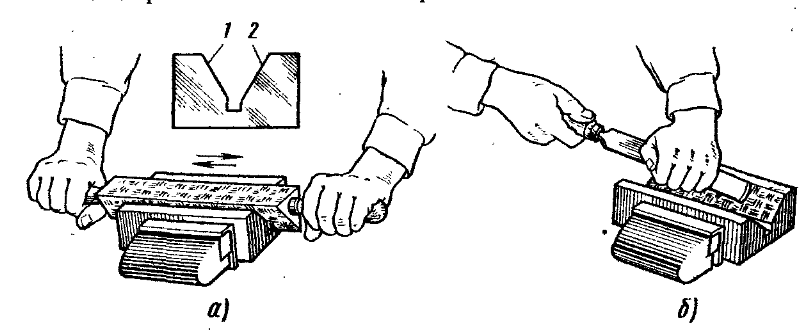


Рис. 206. Шабрение плоскостей, расположенных под углами:
а — прием нанесения краски трехгранной линейкой; *б* — прием шабрения

После шабрения обработанные плоскости тщательно очищают и протирают чистой тряпкой.

6. Проверяют правильность расположения наклонных плоскостей по отношению к базе (основанию), для этого:

а) устанавливают призму основанием на контрольную плиту;

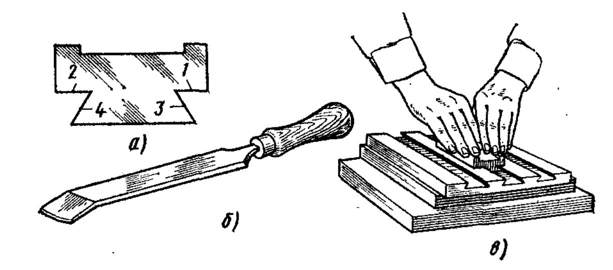


Рис. 207. Перенесение краски на поверхность паза типа ласточкина хвоста специальной плитой:
а — поверхности, обрабатываемые шабрением; *б* — шабер; *в* — прием работы

б) в угловую выемку накладывают трехгранную контрольную линейку;

в) индикатором проверяют параллельность верхней плоскости трехгранной линейки по отношению к плоскости плиты (на базе) (как по длине, так и по ширине линейки).

Учебное задание 3 заключается в шабрении плоскостей, расположенных под острыми углами (рис. 207, *а*).

Одной из разновидностей шабрения плоскостей, расположенных под различными углами, является шабрение пазов типа ласточкина хвоста. Эта работа относится к числу сложных, при ее выполнении необходимо выдержать: прямолинейность всех плоскостей; точность

сопряжения углов; одинаковое расстояние между скосами на всей длине «ласточкина хвоста». Шабрение выполняют специальными шаберами с изогнутыми концами (рис. 207, *б*), с прямолинейной или имеющей малую кривизну режущей кромкой.

Рассмотрим последовательность шабрения направляющих продольного суппорта токарного станка, когда опиливание поверхности по краске уже выполнено.

1. Суппорт с пазами типа ласточкина хвоста с нанесенной на них краской вставляют в угловые поверочные плиты и прямолинейными движениями переносят краску на плоскости *1* и *2*, подлежащие шабрению (рис. 207, *в*).

2. Суппорт зажимают в тисках — плоскости *1*, *2* расположены горизонтально, и производят предварительное шабрение (рис. 208, *а*).

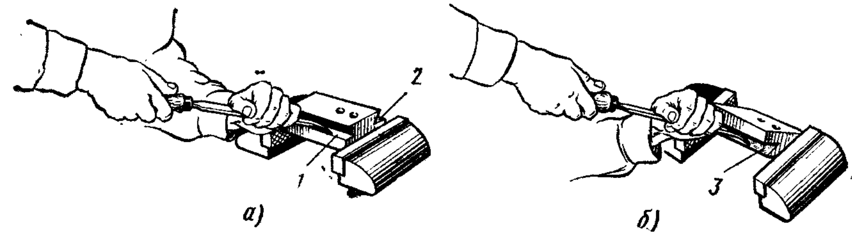


Рис. 208. Шабрение плоскостей паза типа ласточкина хвоста:
а — прием шабрения плоскостей *1* и *2*; *б* — прием шабрения плоскости *3*

3. Чередуя шабрение с проверкой по краске и изменяя направление движения шабера, выполняют окончательно шабрение плоскостей *1* и *2*. Шабрение заканчивают при получении 12—15 пятен на площади 25×25 мм.

4. На наклонную плоскость паза поверочной плиты наносят краску.

5. Суппорт вставляют в паз плиты, прижимая обрабатываемую поверхность *3* к окрашенной стороне плиты, и продольными движениями переносят краску на плоскость *3* суппорта.

6. Суппорт зажимают в тисках так, чтобы поверхность *3* была расположена сверху и горизонтально, производят шабрение (рис. 208, *б*). Шабрение в углах паза производят трехгранным шабером.

7. Наклонную плоскость *3* окончательно пришабривают по краске с проверкой угла сопряжения плоскостей *1* и *3* угловой контрольной плитой. Шабрение заканчивают при получении 12—15 пятен на площади 25×25 мм.

Повторяют приемы, указанные в пп. 4—7, пришабривают вторую наклонную плоскость *4* (см. рис. 207, *а*). При шабрении второй наклонной плоскости *4* необходимо периодически проверять положение наклонных плоскостей (на одномерный размер ширины «ласточкина хвоста») микрометром с помощью двух контрольных валиков.

Проверка точности шабрения производится по числу пятен на площади 25×25 мм, равномерно распределенных по всей обрабатываемой поверхности. Точность угла между сопрягаемыми поверхностями *1* и *3*, *2* и *4* проверяют угловой контрольной плитой по краске.

Ширину «ласточкина хвоста» контролируют микрометром:

а) в углы сопряженных плоскостей *1* и *3*, *2* и *4* закладывают два контрольных валика;

б) по наружным образующим валиков с помощью микрометра определяют размер в начале и в конце «ласточкина хвоста» (рис. 209). Разность показаний будет соответствовать отклонению в размере по ширине.

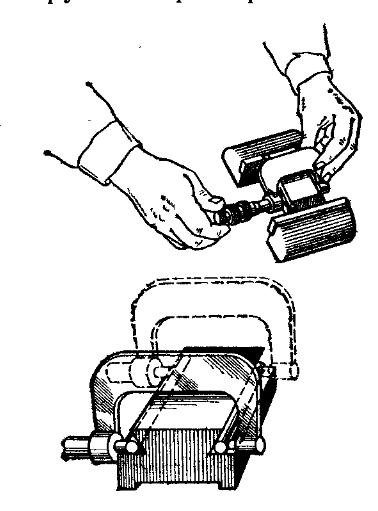


Рис. 209. Проверка параллельности сторон пазов типа ласточкина хвоста с помощью контрольных валиков

Заточка и заправка трехгранных шаберов. Шабрение криволинейных поверхностей выполняют трехгранными шаберами с углом заострения 60° и с остроозаточенными режущими кромками на длину криволинейной части шабера от острого конца. Для ускорения и облегчения заточки и заправки на боковых гранях шабера делают продольные канавки (желобки).

1. Трехгранный шабер затачивают в следующей последовательности:

а) правой рукой шабер берут за рукоятку; пальцами левой руки удерживают его за канавки (желобки), расположенные на боковых гранях; нижнюю плоскость шабера плавно с легким нажимом подводят к абразивному кругу (рис. 210, *а*);

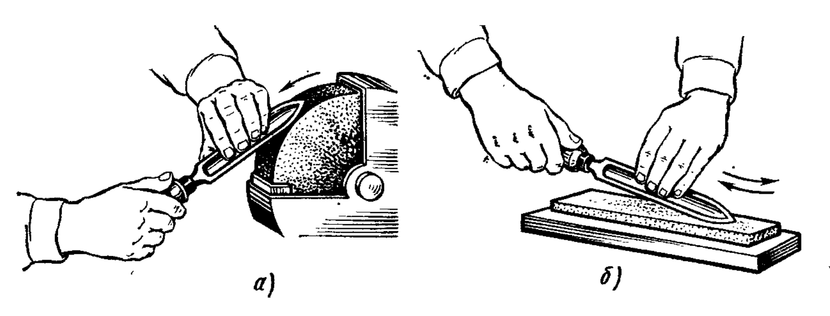


Рис. 210. Заточка трехгранного шабера:
а — на заточном станке; *б* — на бруске

б) при движении шабера вперед правая рука должна плавно опускаться вниз, а острый конец шабера подниматься вверх;

при движении назад правая рука поднимается вверх, а острый конец шабера опускается вниз, соприкасаясь с поверхностью шлифовального круга; такие движения шабера при заточке повторяют

несколько раз, создавая плавно закругленную поверхность с острыми гранями;

в) поворачивая шабер второй, а затем третьей гранью, производят заточку в такой же последовательности, как и при заточке первой грани; в процессе заточки шабер охлаждают водой.

2. Заправка трехгранного шабера производится вручную на мелкозернистых оселках.

Положение оселка при заправке должно быть устойчивым и неподвижным. Поверхность оселка смазывается слоем машинного масла. Правой рукой обхватывают рукоятку шабера, а левой захватывают его за два желобка и одну грань шабера накладывают вдоль плоскости оселка.

Не отнимая грани шабера от оселка, левой рукой осуществляют небольшой нажим на шабер, а правой — сообщают ему поступательно-качательные движения вдоль криволинейной части боковой грани (рис. 210, *б*). В такой же последовательности производится заправка остальных граней шабера.

Заправленный шабер должен иметь гладкую поверхность режущих кромок. Шабер для шабрения повышенной точности доводят на чугунной плите с применением наждачного порошка, разведенного в машинном масле или пасте ГОИ. Угол заточки шабера проверяют по шаблону или угломеру. Заправленные режущие кромки должны быть острыми, иметь чистую и гладкую поверхность.

Шабрение криволинейных поверхностей. Кроме шабрения прямолинейных плоскостей, слесарю часто приходится выполнять работы по шабрению криволинейных поверхностей, в большинстве случаев на вкладышах подшипников.

При изготовлении новых вкладышей или после их заливки баббитом внутренние цилиндрические отверстия вкладышей растачивают на токарном или расточном станке с припуском на шабрение 0,1—0,2 мм.

Для удаления рисок, а также высококачественной подгонки внутренней цилиндрической поверхности по шейке вала вкладыши обрабатывают трехгранным шабером.

Учебное задание 1 состоит в шабрении одинарного разъемного подшипника.

1. Шейку вала и вкладыш подшипника (подшипник должен быть разобран) тщательно вытирают чистой тряпкой.

2. На шейку вала с помощью тампона наносят тонкий равномерный слой краски.

3. Окрашенную шейку вала укладывают на нижний вкладыш подшипника, а сверху накладывают верхний вкладыш с крышкой.

4. Равномерно и поочередно крест-накрест подшипник затягивают гайками так, чтобы вал можно было провернуть с небольшим усилием.

5. Для окрашивания выступающих мест на поверхности вкладыша вал в подшипнике вручную поворачивают вправо и влево на два-три оборота (рис. 211, *а*).

6. Отвернув гайки, снимают крышку, вынимают вал и вкладыши.

7. Нижний вкладыш зажимают в тисках с алюминиевыми или медными нагубниками и располагают его окрашенной поверхностью вверх.

8. Перемещая режущую кромку шабера по поверхности вкладыша вправо и влево (рис. 211, *б*), средней частью режущей кромки шабера шабрят места, покрытые краской, с косым направлением штрихов.

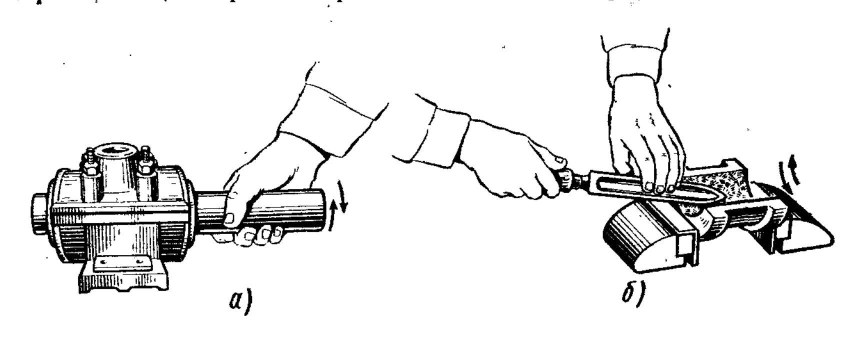


Рис. 211. Шабрение вкладыша подшипника:
а — нанесение краски на поверхность вкладыша; *б* — прием работы

9. Верхний вкладыш пришабривают так же, как и нижний, до тех пор, пока бо́льшая часть поверхности нижнего вкладыша не окрасится.

10. Шабрение чередуют с нанесением краски до равномерного покрытия поверхности вкладыша пятнами на площади не менее $^2/_3$ поверхности вкладыша, расположенного в нижней части.

11. Шейку вала и обработанную поверхность вкладыша протирают тряпкой, смоченной в керосине.

Шейку вала и вкладыш смазывают машинным маслом и производят окончательную сборку подшипника. Вращают вал, проверяя работу подшипника (вал должен вращаться с небольшим трением).

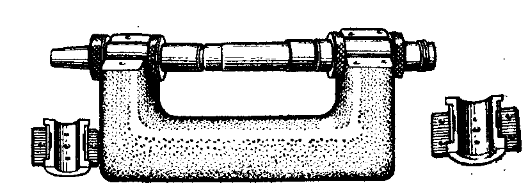


Рис. 212. Вал с двойной опорой подшипников

Учебное задание 2 состоит в шабрении подшипников с двойной опорой (рис. 212). Шабрение выполняется в той же последовательности, что в учебном задании 1, но с некоторыми дополнениями.

Окрашивают обе шейки вала, помещают его во вкладыши, переносят краску на нижние вкладыши подшипников. Шабрят нижние, а затем верхние поверхности вкладышей до равномерного расположения пятен на большей части поверхности вкладышей. Шабрение заканчивают, когда пятна будут располагаться на большей части поверхности нижних и верхних вкладышей. Далее собирают подшипники и регулируют их прокладками, чтобы вращение вала от руки осуществлялось с небольшим трением.

Проверка качества шабрения производится: по равномерному покрытию поверхности вкладышей пятнами краски на площади не менее $^2/_3$ их поверхности; на отсутствие царапин, вмятин и глубоких следов шабера на обработанной поверхности; на равномерное трение при вращении вала в подшипнике при надежной затяжке подшипника гайками.

Шабрение металлических поверхностей механическими шаберами. При выполнении слесарных и слесарно-сборочных работ шабрение является одной из трудоемких операций. Для механизированного шабрения применяются пневматические шаберы и шабровочные головки, приводимые в движение от электродвигателя с гибким валом. Более совершенным механизированным инструментом является пневматический шабер, который плавно работает при изменении направления движения и имеет возможность регулирования числа двойных ходов шабера в минуту. Механические шаберы применяются главным образом для предварительного (чернового) шабрения, а окончательное, точное шабрение выполняют ручным методом.

Перед началом работы механическими шаберами необходимо:

1) изучить требования безопасности труда, изложенные в гл. «Рубка» и «Резка»;

2) правильно организовать свое рабочее место;

3) выполнить общие требования по подготовке инструмента к работе, указанные для пневматических инструментов, а также для механизированных инструментов с приводом от гибкого вала.

Шабрение механизированными шаберами выполняют в следующей последовательности.

1. Протирают поверочную плиту и наносят на нее краску.
2. Тщательно очищают обрабатываемую поверхность.
3. Обрабатываемую плоскость детали, подлежащей шабрению, накладывают на окрашенную поверхность поверочной плиты; деталь несколько раз передвигают с небольшим нажимом вперед, назад и по кругу, в результате чего краска с плиты переносится на выпуклые места, которые необходимо шабрить.
4. Пневматический шабер устанавливают в рабочее положение так, чтобы правая рука держала шабер за рукоятку, а левая рука — за передний выступ корпуса (рис. 213). Ось шабера должна быть расположена под углом 30—40° по отношению к обрабатываемой поверхности.
5. Включают пневматический шабер и с небольшим нажимом левой руки поочередно шабрят окрашенные места, уменьшая нажим в конце шабрения каждого пятна. После шабрения окрашенных мест обрабатывают поверхность очищают щеткой и начисто вытирают тряпкой.
6. Попеременное шабрение в разных направлениях чередуют с проверкой на контрольной плите на краску до тех пор, пока вся поверхность будет равномерно закрываться пятнами краски. Шабрение заканчивают при появлении четырех—шести пятен на площади 25×25 мм. Прием обработки шабровочной головкой с приводом от гибкого вала по существу не отличается от работы пневматическим шабером (рис. 214).
7. После окончания шабрения инструменты и проверочную плиту протирают начисто, а плиту смазывают тонким слоем масла и накрывают деревянной крышкой.

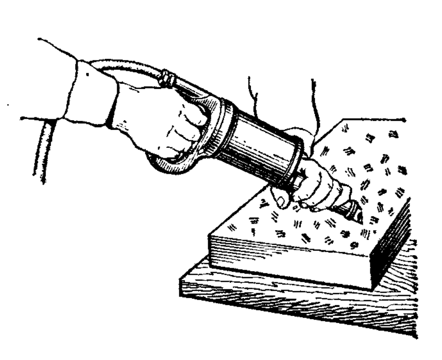


Рис. 213. Прием работы пневматическим шабером

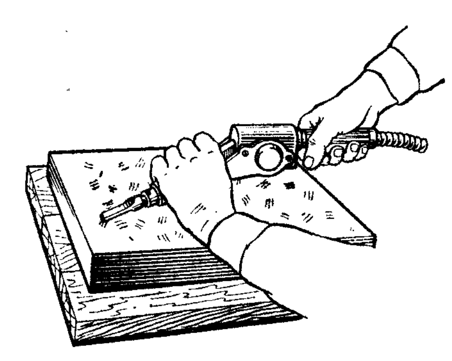
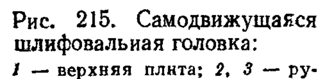


Рис. 214. Прием работы шабровочной головкой с приводом от гибкого вала



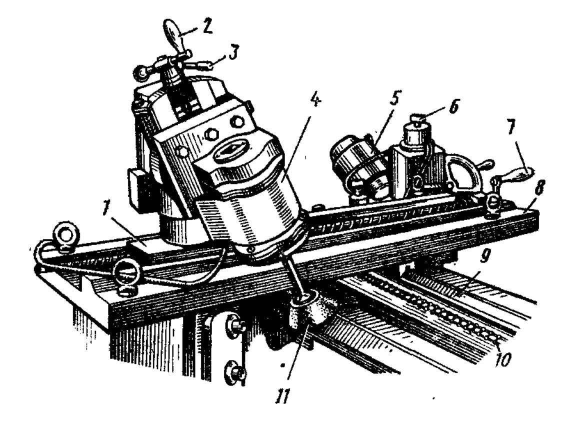


Рис. 215. Самодвижущаяся шлифовальная головка:

1 — верхняя плита; 2, 3 — рукоятки суппортов для установки на угол; 4, 5 — электродвигатели; 6 — переключатель; 7 — рукоятка поперечного перемещения; 8 — плита; 9 — призматические направляющие; 10 — роликовая цепь; 11 — чашечный шлифовальный круг

Вместо шабрения применяют шлифование в специальных приспособлениях. На производстве, особенно при ремонте, широко используют самодвижущиеся шлифовальные головки (рис. 215). Их применение облегчает труд рабочего и повышает производительность труда.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется шабрением и где эта операции применяется?
2. Как подготавливают поверхности под шабрение?
3. Какие шаберы применяют для грубого и чистового шабрения плоских поверхностей? Как затачивают и заправляют эти шаберы?
4. Каким способом определяют качество шабрения?
5. В чем заключается метод шабрения «на себя»? Где применяется этот метод?
6. Какие требования безопасной работы нужно соблюдать при шабрении, заточке и заправке плоских шаберов?

РАСПИЛИВАНИЕ И ПРИПАСОВКА

Требования безопасности труда при распиливании и припасовке аналогичны требованиям безопасности труда при опиливании.

Распиливание открытых контуров по разметке. Распиливанием называется обработка отверстий для придания им заданной формы. Пригонка одной детали к другой называется припасовкой. Припасовывают детали различной формы с открытыми и закрытыми контурами. Распиливание всегда выполняют в два приема: предварительно (не доходя до риски) и окончательно (в размер).

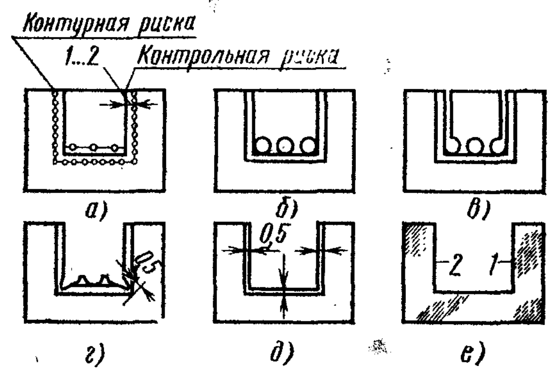


Рис. 216. Последовательность обработки прямоугольного проема струбцины

Учебное задание 1 заключается в распиливании прямоугольного открытого контура на примере обработки корпуса струбцины. Для выполнения данной операции все наружные плоскости прямоугольной заготовки должны быть предварительно обработаны под размер и угольник.

1. Разметку струбцины выполняют по чертежу с нанесением контрольных рисок и центровых точек под сверление (рис. 216, *а*). Число отверстий для сверления выбирают из расчета получения тонких перемычек между отверстиями. Обычно выбирают сверла диаметром 3—5 мм.
2. Накернивают контурные линии разметки и центровые точки.
3. Просверливают отверстия (рис. 216, *б*).
4. Заготовку зажимают в тисках и по контрольным рискам делают два прореза ножовкой с выходом касательно к окружности отверстий (рис. 216, *в*).
5. Все перемычки крейцмейселем прорубают до половины толщины заготовки, используя прием рубки по уровню губок тисков, затем переворачивают заготовку другой стороной и таким же приемом прорубают перемычки до конца (рис. 216, *г*).
6. Заготовку закрепляют в тисках открытым контуром отверстия вверх так, чтобы риска была выше уровня губок тисков примерно на 5 мм.
7. Трехгранным драчевым напильником предварительно пропиливают два угла, не доходя до риски 0,5—1 мм.
8. Квадратным, полукруглым или трехгранным напильником опиливают три стороны открытого прямоугольника, оставив припуск 0,5—1,0 мм на дальнейшую обработку (рис. 216, *д*).
9. Окончательно распиливают три стороны личным напильником до риски, чередуя распиливание с контролем углов сопрягаемых плоскостей по шаблону или выработке и параллельности сторон *1* и *2* штангенциркулем (рис. 216, *е*).

Учебное задание 2 заключается в распиливании зева гаечного ключа, у которого все наружные поверхности предварительно обработаны (рис. 217).

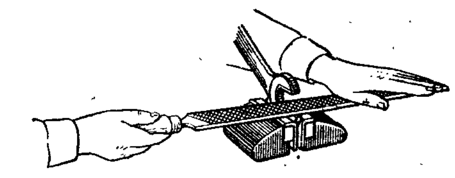


Рис. 217. Прием распиливания зева гаечного ключа

1. Контур зева ключа размечают по шаблону, нанося контрольные риски на расстоянии 1—2 мм друг от друга (рис. 218, *а*). Диаметр сверла должен быть меньше ширины зева на 1—2 мм. Из точки *В* на риске *АБ* откладывают радиус сверла, образуя точку *О*.
2. Накернивают контур зева и центр отверстия.
3. В зеве ключа просверливают отверстие (рис. 218, *б*).
4. Слесарной ножовкой выполняют два прореза с выходом касательно к окружности просверленного отверстия (рис. 218, *в*).
5. Плоским напильником опиливают прямолинейные плоскости, а полукруглым криволинейную поверхность зева, оставляя припуск 0,5 мм на сторону (рис. 218, *г*).

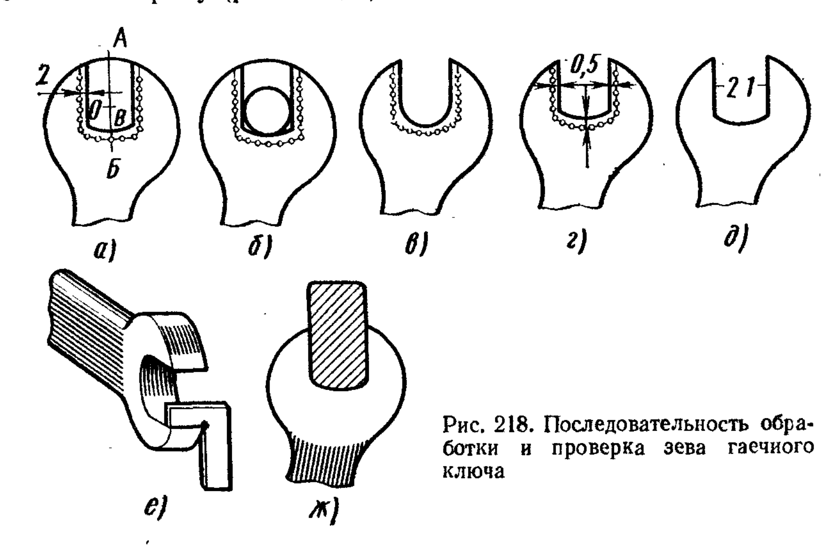


Рис. 218. Последовательность обработки и проверка зева гаечного ключа

6. Последовательно опиливают плоскости *1*, *2* зева, оставляя припуск 0,1 мм на дальнейшую обработку (рис. 218, *д*); параллельность плоскостей контролируют штангенциркулем, а их перпендикулярность к боковой плоскости головки ключа — по угольнику (рис. 218, *е*).
7. Криволинейную поверхность зева ключа опиливают полукруглым напильником с припуском 0,1 мм на дальнейшую обработку.

8. Две параллельные плоскости и криволинейную поверхность зева ключа окончательно подгоняют (припиливают) по шаблону на просвет (рис. 218, *ж*); снимают заусенцы с острых ребер.

Распиливание отверстий, ограниченных прямыми линиями, по разметке. Кроме распиливания открытых контуров, рассмотренных в предыдущем параграфе, приходится выполнять работу по распиливанию отверстий различной конфигурации.

Одним из основных условий высококачественной обработки является правильный выбор напильников. Напильники выбирают по профилю сечения в зависимости от формы обрабатываемого отверстия: для квадратных отверстий — квадратные; для прямоугольных отверстий — плоские и квадратные; для трехгранных отверстий — трехгранные, ромбовидные и полукруглые; для шестигранных отверстий — трехгранные и квадратные. Напильники должны иметь ширину рабочей части не более 0,6—0,7 размера стороны отверстия, длина напильника определяется размером опиливаемой поверхности (по длине) плюс 200 мм.

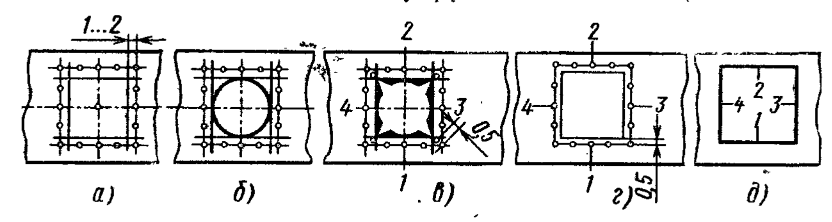


Рис. 219. Последовательность обработки квадратных пройм

Учебное задание 1 заключается в распиливании квадратного отверстия по разметке на примере изготовления воротка со стороной квадрата не менее 10 мм.

1. Квадратное отверстие размечают по чертежу с нанесением контрольных рисок. Накернивают контур квадратного отверстия и центровую риску (рис. 219, *а*).

2. Просверливают отверстие с припуском на дальнейшую обработку 8 мм (рис. 219, *б*).

3. Трехгранным драчевым напильником пропиливают четыре угла, не доходя 0,5 мм до риски (рис. 219, *в*).

4. Все стороны отверстия распиливают квадратным драчевым напильником, не доходя 0,5 мм до риски (рис. 219, *г*).

5. Все стороны отверстия поочередно опиливают квадратным личным напильником по риске (рис. 219, *д*) с периодической проверкой противолежащих сторон *1*, *2* и *3*, *4* на параллельность.

6. Подгонку сторон отверстий по квадратной головке развертки или метчика выполняют путем:

а) опиливания сторон *1*, *3* и *1*, *4* так, чтобы параллельные ребра квадратной головки метчика входили в отверстие на глубину 1—2 мм;

б) окончательной последовательной подгонкой опиливанием сторон отверстия до тех пор, пока квадратная головка плотно и без усилия не войдет в квадратное отверстие воротка без качки.

При изготовлении воротков приходится распиливать отверстия малых размеров, совершая короткие движения напильником (рис. 220, *а*). По мере образования проймы, когда напильник войдет в отверстие, прием опиливания выполняют, как показано на рис. 220, *б*.

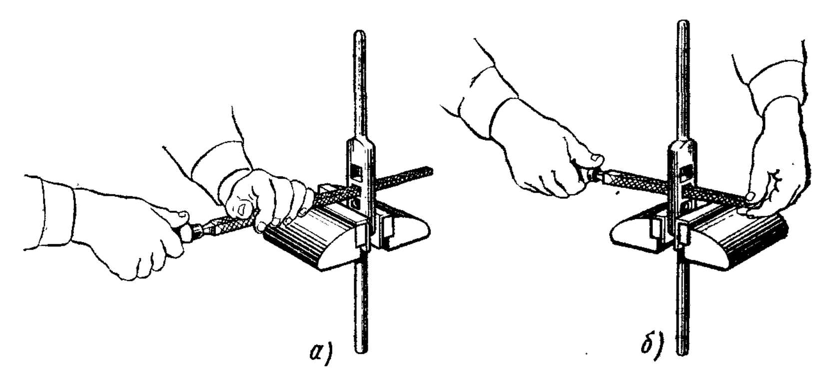


Рис. 220. Прием распиливания малых отверстий:
а — концом напильника; *б* — всей рабочей частью напильника

Учебное задание 2 содержит распиливание по разметке правильного шестигранного отверстия на примере изготовления накидного ключа (рис. 221).

1. Размечают и накернивают центровую точку и контур шестигранника (рис. 222, *а*).

2. В шестиграннике просверливают, а затем рассверливают отверстие, не доходящее до грани шестигранника на 1—2 мм (рис. 222, *б*).

3. Трехгранным напильником надпиливают шесть углов, не доходя 0,5 мм до рисок (рис. 222, *в*).

4. Трехгранным напильником распиливают все стороны шестиугольника с припуском на дальнейшую обработку 0,5 мм (рис. 222, *г*).

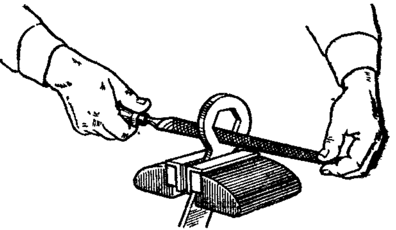


Рис. 221. Прием распиливания шестигранного отверстия

5. Квадратным напильником распиливают все стороны шестигранника по риске (рис. 222, *д*); сначала обрабатывают стороны *1*, *4* с проверкой на параллельность и перпендикулярность к базе угольником; затем стороны *2* и *5* с проверкой параллельности и углов в 120° между сторонами *1*, *2* и *4*, *5* выработкой (рис. 222, *е*); завершают обработку сторон *4*, *3* и *1*, *6* аналогичной проверкой, указанной в п. 5.

Распиливая отверстие, деталь надо зажимать в тисках так, чтобы каждая поверхность обрабатывалась только в горизонтальном положении.

6. Окончательно все стороны детали подгоняют путем опиливания мелкими напильниками до тех пор, пока шестигранный шаблон-вкладыш легко (без качки) не войдет в шестигранное отверстие и не будет кантоваться в отверстии через каждую грань с узким и равномерным просветом, а обработанные поверхности будут перпендикулярны к базовой (боковой) поверхности.

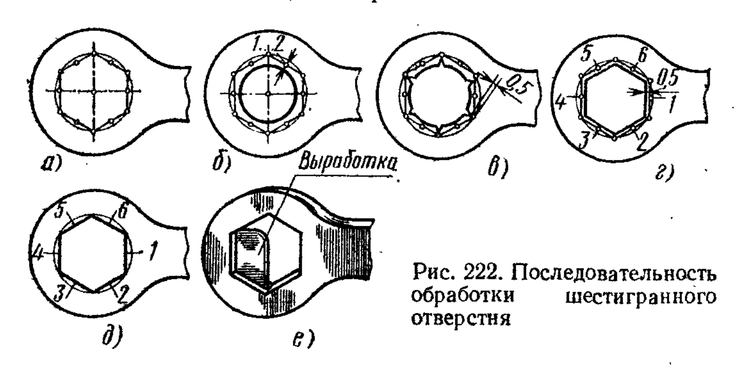


Рис. 222. Последовательность обработки шестигранного отверстия

Распиливание отверстий криволинейного контура по разметке. Иногда приходится распиливать отверстия с радиусными, овальными или сложными криволинейными контурами. Для их обработки применяют круглые и полукруглые напильники, у которых радиус закругления меньше радиуса закругления обрабатываемого контура.

Учебное задание 1 содержит распиливание овального отверстия по разметке на примере выполнения отверстия в молотке.

1. Выполняют разметку овальных контуров (рис. 223, *а*).

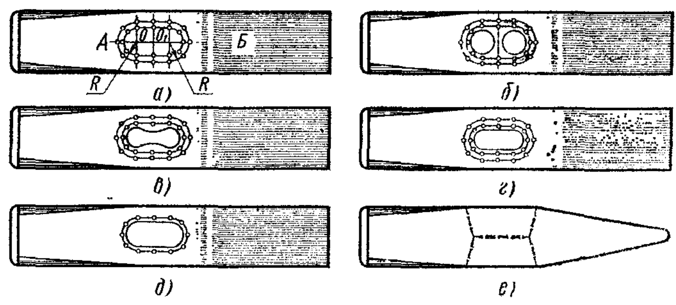


Рис. 223. Последовательность обработки овального отверстия

2. Из центровых точек O и O_1 просверливают отверстия (рис. 223, *б*). Радиус сверла должен быть меньше R на 0,2—0,3 мм.

3. Круглым драчевым напильником распиливают перемычку между отверстиями (рис. 223, *в*).

4. Овальный контур распиливают драчевыми напильниками (не доходя до риски внутреннего овала 0,5 мм), применяя на криволинейных участках круглый, а не плоский или квадратный напильники (рис. 223, *г*). Сначала распиливают прямолинейные, а затем криволинейные участки.

5. Распиливание криволинейных поверхностей выполняют круглым напильником с вращением его вокруг оси и одновременным небольшим смещением в сторону по риске.

6. Личными напильниками окончательно распиливают весь контур; угольником проверяют взаимную перпендикулярность обрабатываемой и базовой поверхностей, а по шаблону (на просвет) — форму отверстия (рис. 223, *д*).

Учебное задание 2 заключается в распиливании овального отверстия под двусторонним углом (рис. 223, *е*). Для разметки используют шаблон, измерительную линейку и чертилку с загнутым острием.

1. Отверстие с одной стороны предварительно распиливают драчевыми напильниками; сначала обрабатывают прямолинейные участки квадратным напильником, а криволинейные — круглым напильником.

2. В той же последовательности распиливают на угол вторую сторону.

3. Окончательно отверстие на угол распиливают личными напильниками по второй овальной и внутренним средним рискам (рис. 223, *г*).

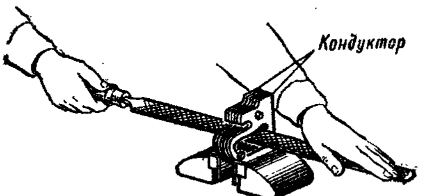


Рис. 224. Прием распиливания криволинейного отверстия по кондуктору

Учебное задание 3 содержит распиливание криволинейного отверстия с применением кондуктора (рис. 224).

1. Пакет заготовок зажимают в тисках так, чтобы опиливаемая поверхность выступала над губками на 10—15 мм.

2. Распиливают отверстие по всему контуру, не доходя до поверхностей кондуктора 0,3—0,5 мм и применяя в зависимости от конфигурации контура полукруглые или круглые драчевые напильники.

3. Окончательно весь контур распиливают личными напильниками насечкой продольным штрихом, не допуская скольжения насечки напильника по закаленной рабочей поверхности кондуктора, что может привести к затуплению напильника.

Прием измерения микрометром. Микрометр является самым распространенным измерительным инструментом для точных наружных линейных измерений с точностью до 0,01 мм. Им измеряют только чисто обработанные поверхности. Каждый микрометр имеет определенный предел измерений 0—25, 25—50, 50—75 мм и т. д., их применяют в зависимости от измеряемых линейных размеров.

Учебное задание 1 заключается в практическом определении линейных размеров при измерении деталей микрометром.

1. Проверяют исправность микрометра. Прежде чем приступить к измерению, необходимо:

проверить отсутствие на микрометре пыли, грязи и антикоррозионного смазочного материала; рабочие измерительные плоскости не должны иметь царапин и забоин, должны иметь чистую зеркальную поверхность; деления на шкалах стержня и барабана должны быть четкими;

проверить исправность и работу трещотки и плавность хода шпинделя, который должен быть не очень тугим и не очень слабым; при соприкосновении двух измерительных поверхностей трещотка должна вращаться вхолостую;

проверить исправность тормозного кольца; при вращении его в одну сторону закрепляют шпиндель, а при вращении его в другую сторону шпиндель освобождают;

проверить плотность соприкосновения измерительных поверхностей (пятки и шпинделя) микрометров с пределом измерения 0—25 мм;

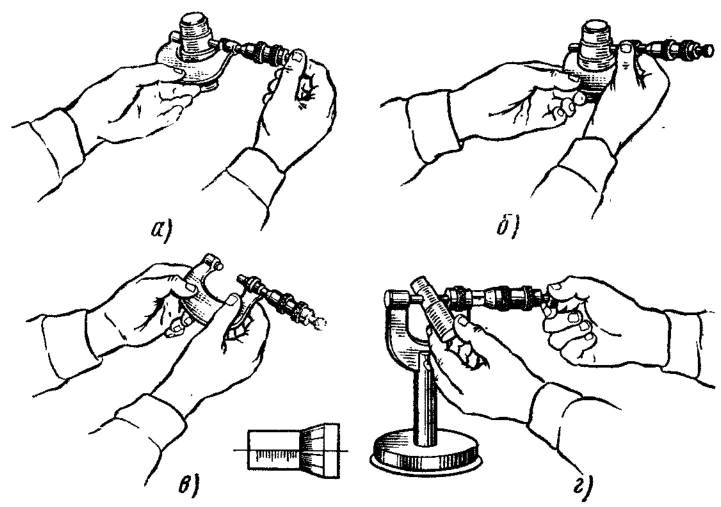


Рис. 225. Прием измерения с помощью микрометра:

а — подвод пяткн микрометрического винта к измеряемой поверхности с помощью трещотки; *б* — закрепление микровинта зажнмным кольцом (нли стопорным винтом); *в* — отсчет результата измереннй; *г* — прнем измерения мелких деталей с закреплеиным микрометром

проверить нулевую установку путем совпадения нулевого деления барабана с продольной чертой шкалы на стебле и конусиого края барабана с нулевым делением на стебле.

Для микрометров с пределом измерений 25—50 мм проверка совпадения нулевого деления производится со вставкой одномерной проверочной плитки.

2. Прием измерения микрометром цилиндрической детали состоит в следующем: разводят измерительные поверхности микрометра на ширину немного больше измеряемого диаметра; микрометр держат за скобу и устанавливают его между измерительными поверхностями (пяткой и шпинделем) детали так, чтобы их ось разместилась диаметрально детали. Для установления более правильного контакта с деталью микрометр слегка покачивают в его плоскости и одновременно вращают трещотку до соприкосновения измерительных поверхностей с поверхностью измеряемой детали до тех пор, пока трещотка не будет вращаться вхолостую (рис. 225, *а*).

Правильность диаметрального положения и точность измерения определяют путем перемещения микрометра, как скобы, если измерительные поверхности скользят по поверхности измеряемой детали с легким трением. Вращают зажимное кольцо или стопорный винт и фиксируют установленное положение шпинделя (рис. 226, *б*). Затем микрометр снимают с детали и производят отсчет результата измерений (рис. 225, *в*).

Точность измерений проверяют при повторном определении размеров детали. При измерении необходимо правильно применять прием

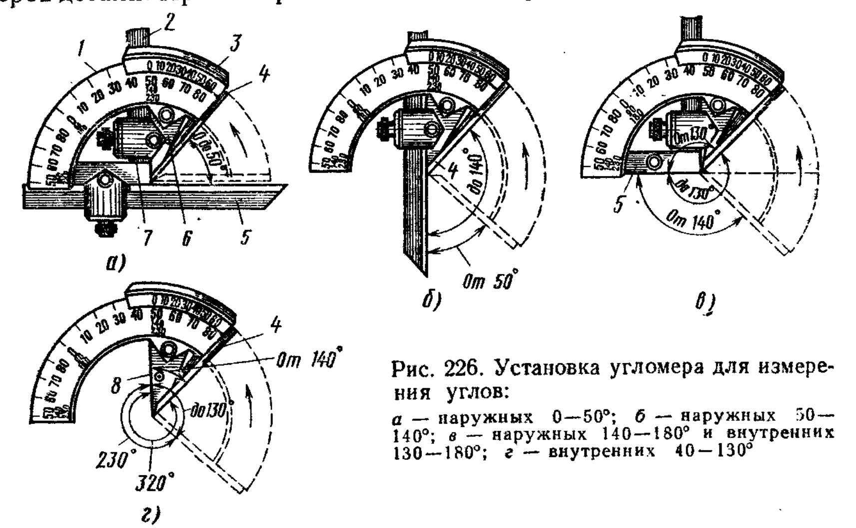


Рис. 226. Установка угломера для измерения углов:

а — наружных 0—50°; *б* — наружных 50—140°; *в* — наружных 140—180° и внутренних 130—180°; *г* — внутренних 40—130°

пользования микрометром, правильно производить отсчет результата измерения. На рис. 225, *г* показан прием измерения мелких деталей при закрепленном микрометре.

Измерение углов угломером с нониусом. Угломер с нониусом является многомерным инструментом, предназначенным для измерения наружных и внутренних углов с точностью измерения до 2′. Такой угломер применяется для проверки только чисто обработанных поверхностей.

Для проверки исправности угломера необходимо:

1) разобрать угломер: снять угольник *2*, линейку *5*, сектор *6*. две державки *7* (рис. 226, *а*).

2. Чистой тряпкой, смоченной в бензине, удалить антикоррозионный смазочный материал и протереть все части насухо.

3. Проверить измерительные поверхности съемной и измерительных линеек, угольника и сектора на отсутствие царапин и забоин. Рабочие поверхности этих деталей должны иметь чистую поверхность.

4. Собрать угломер, как показано на рис. 227, и проверить:

а) плавное перемещение дуги основания при вращении винта микрометрической подачи и отвернутом на один оборот стопорном винте;

б) точность совпадения нулевого деления нониуса с нулевым делением градусной шкалы, а также последнего деления нониуса с 29-м делением градусной шкалы;

в) правильность установки съемной линейки и угольника, при которой положение острого конца съемной линейки должно быть расположено вровень с концом измерительной линейки;

г) рабочие плоскости угольника должны плотно прилегать к линейке; рабочее ребро съемной линейки должно совпадать с рабочей плоскостью измерительной линейки без видимого зазора.

При измерении наружных углов 0—50° применяют наладку, показанную на рис. 226, *а*, где измерительными сторонами угломера являются ребра съемной линейки *5* и измерительной линейки *4*. Точность отсчета, полученного при измерении угловых величин или при установке заданного угла, проверяют по градусной шкале *1* и нониусу *3*.

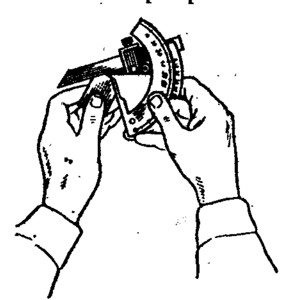


Рис. 227. Прием измерения наружного угла

По градусной шкале, размещенной на дуге основания, определяют на каком целом делении (или между ними) остановилось нулевое деление нониуса *3*, которое соответствует числу целых градусов угловой величины. По шкале нониуса определяют, какое из его делений совпало с делением градусной шкалы, по цифрам нониуса определяют число минут.

Рассмотрим порядок измерения наружных углов 50—140° (рис. 226, *б*). Измерительными сторонами для данного измерения будут рабочее ребро съемной линейки *5* и плоскость измерительной линейки *4*.

Для измерения наружных углов 140—180° и внутренних тупых углов 130—180° угломер налаживают согласно рис. 226, *в*, где рабочими сторонами угломера будут короткое ребро линейки *5* и поверхность измерительной линейки *4*.

При измерении внутренних углов 40—130° (рис. 226, *г*) рабочими измерительными сторонами являются плоскость измерительной линейки *4* и рабочее ребро сегмента *8*.

Для приобретения навыков в отсчете угловых величин следует предложить обучающимся ряд примеров.

1. Установить на угломере (с наладкой, см. рис. 226, *а*) следующие углы: 12° 10′; 19° 46′; 21° 58′; 39° 16′; 44° 32′.

2. Измерить угол шаблона:

а) вращением винта подачи добиваются, чтобы измерительные стороны угломера разошлись на угол, несколько больший измеряемого наружного угла;

б) измеряемый наружный угол шаблона помещают между измерительными сторонами угломера так, чтобы одна его сторона плотио соприкасалась с рабочим ребром линейки (рис. 227);

в) плавно вращают микрометрический винт, подводя плоскость измерительной линейки ко второй грани угла до плотного соприкосновения поверхности со второй плоскостью угла; добившись равномерного светового зазора между поверхностями, положение дуги фиксируют стопорным винтом;

г) угломер снимают с детали и отсчитывают число градусов и минут;

д) после окончания измерения угломер кладут в футляр, предварительно протерев его промасленной чистой тряпкой во избежание коррозии.

Изготовление шаблона и контршаблона. Для контроля деталей различной конфигурации применяют пластинки соответствующего контура, называемые шаблонами. Шаблон представляет собой точную копию профиля поверхности детали или части ее, по которому воспроизводят требуемый контур поверхности. Обычно шаблон делается в паре с контршаблоном, который является контрольной мерой при изготовлении шаблона, а также при проверке степени изнашивания шаблона в работе.

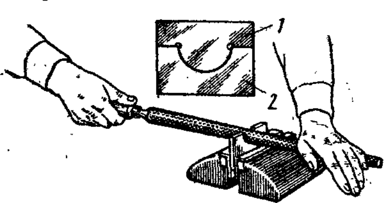


Рис. 228. Прием распиливания радиусной выемки шаблона: *1* — контршаблон; *2* — шаблон

Обработка шаблонов напильником является сложной операцией и требует от работающего настойчивости и терпения.

Упражнение по изготовлению полукруглого шаблона и контршаблона (без термообработки) целесообразно начать с изготовления шаблона, так как его полукруглую выемку можно проверить более точно с помощью контрольного валика, чем выпуклую поверхность у контршаблона.

При изготовлении шаблона (рис. 228) необходимо придерживаться такой последовательности.

1. Размечают и отрезают две заготовки из листовой стали, их размеры соответствуют чертежу, припуски на дальнейшую обработку составляют 1—2 мм на сторону. При выполнении точных работ разметку ведут на поверхности отшлифованной шлифовальной шкуркой, на которой риски разметки видны четко и не стираются.

2. Выбирают напильники полукруглого или круглого профиля, чтобы радиус их закругления был меньше радиуса полукруглой выемки.

3. На двух заготовках опиливают широкую плоскость и узкую сторону *1* плоскими напильниками с драчевой насечкой, а затем с личной насечкой под линейку и угольник (рис. 229 и 230, *а*). Для опиливания широкой плоскости крепление заготовки осуществляют на деревянном бруске. Широкую обработанную плоскость и узкое ребро каждой пластины принимают за базу.

4. Размечают шаблон и контршаблон, нанося последовательно на двух заготовках риски по чертежу с накерниванием.

5. На заготовке контршаблона сверлят отверстия диаметром 1—2 мм из центровых точек O_1 и O_2 для высококачественной обработки сторон угла (рис. 230, *б*).

6. Лишний металл вырезают по вспомогательным рискам *а* (рис. 229, *б* и 230, *в*).

После выполнения указанных операций окончательно обрабатывают сначала шаблон, а затем контршаблон.

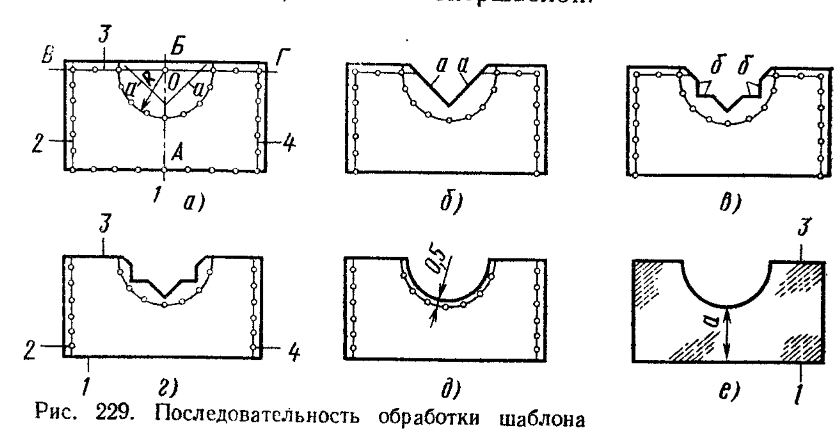


Рис. 229. Последовательность обработки шаблона

Дальнейшая обработка шаблона состоит в следующем.

1. Плоским или квадратным напильником снимают лишний металл, как показано на рис. 229, *в* (грани *б*).

2. Сторону *3* опиливают под размер параллельно стороне *1*, стороны *2* и *4* — параллельно друг другу, соблюдая перпендикулярность стороне *1* (рис. 229, *г*).

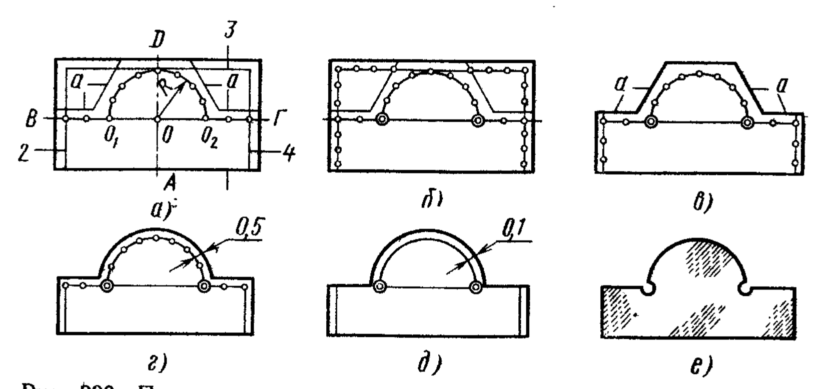


Рис. 230. Последовательность обработки контршаблона

3. Предварительно распиливают полукруглую выемку с припуском на дальнейшую обработку 0,5 мм (рис. 229, *д*). Распиливание производят поступательно-вращательными движениями напильника по вогнутой поверхности детали с поворотом напильника вокруг его оси и одновременным смещением в сторону. Последовательность распиливания сочетают с перестановкой заготовки в тисках (рис. 231).

4. Выемку распиливают напильником, не доходя 0,1 мм до риски.

5. Заканчивают распиливание на размер (см. рис. 229, *е*) с пригонкой полукруглой выемки с применением надфилей.

Процесс подгонки чередуют с проверкой:

а) по контрольному валику по краске до тех пор, пока вся обрабатываемая поверхность покроется равномерно распределенными пятнами краски;

б) перпендикулярности обработанной поверхности к базовой плоскости по угольнику;

в) положения центра радиусной выемки измерением штангенциркулем ширины шаблона между кромками *1* и *3* минус размер *а* (см. рис. 229, *е*).

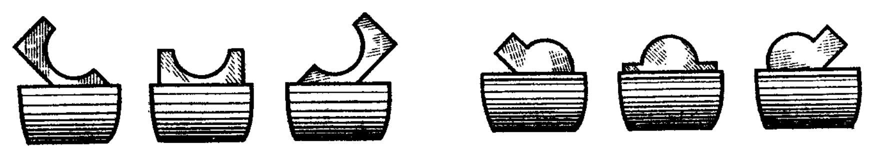


Рис. 231. Последовательность установки шаблона в тисках при распиливании

Рис. 232. Последовательность установки контршаблона в тисках при опиливании

После окончания пригонки шаблона с острых ребер выемки напильником удаляют заусенцы, избегая притупления углов, а на ребрах *1—3* снимают небольшие фаски.

Обработка контршаблона.

1. Напильником опиливают выпуклую поверхность и прилежащие к ней плоскости контршаблона, не доходя 0,5 мм до риски (см. рис. 230, *г*). При опиливании напильник нужно двигать не только горизонтально вперед, но одновременно перемещать его немного вправо по расположению выпуклости для снятия равномерного слоя металла. Последовательность распиливания сочетают с перестановкой заготовки в тисках (рис. 232).

2. Повторяют тот же прием, поверхности опиливают личным напильником, оставляя припуск на дальнейшую обработку 0,1 мм (см. рис. 230, *д*) и проверяя:

а) форму обрабатываемой поверхности по готовому шаблону;

б) перпендикулярность обрабатываемой поверхности базе (широкой плоскости).

При опиливании необходимо обратить внимание на обработку углов. В этом случае надо расположить узкую грань напильника без насечки в сторону угловой выемки. Окончательная обработка углов производится трехгранным или ромбовидным напильниками с личной насечкой.

3. Припасовывают контршаблон по готовому шаблону, при этом:

а) вставляют контршаблон в шаблон так, чтобы базовые широкие поверхности находились в одной плоскости; обычно их располагают на плоском куске стекла;

б) на поверхности контршаблона определяют на просвет места, которые мешают занять необходимое положение, обрабатывают их надфилями;

в) проверку по шаблону чередуют с опиливанием и со снятием заусенцев до тех пор, пока контршаблон войдет в шаблон и между припасованными сторонами будет равномерный узкий просвет.

4. Изготовление шаблона и контршаблона заканчивают окончательной отделкой всех наружных поверхностей.

Распиливание и припасовка шаблона и контршаблона типа ласточкина хвоста. Данное упражнение содержит более сложное учебное задание по изготовлению шаблона и контршаблона типа ласточ-

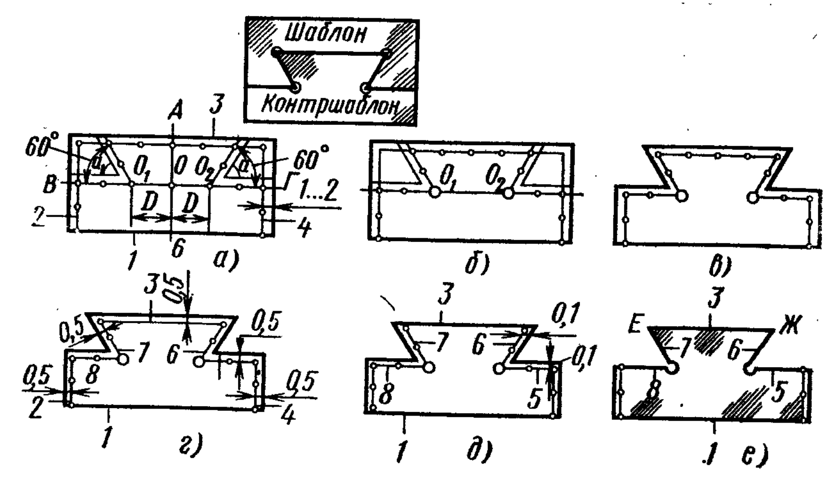


Рис. 233. Последовательность обработки контршаблона

кина хвоста. Выполнение упражнений целесообразней начать с изготовления контршаблона, так как точность его обрабатываемых плоскостей и углов проверить легче, чем у шаблона. Перед работой необходимо изучить чертеж, правильно подобрать напильники по форме сечения, видам насечек и длине.

1. Размечают и отрезают ножовкой две заготовки из листовой стали по размерам чертежа с припуском на дальнейшую обработку 1—2 мм на сторону.

2. У каждой заготовки опиливают начисто широкую и узкую стороны. Обработанные стороны принимают за базу (рис. 233, *а* и 234, *а*).

3. Разметку шаблона и контршаблона выполняют по чертежу одновременно на соответствующих заготовках (рис. 233, *а* и 234, *а*).

4. В точках O_1 и O_2 (рис. 233, *б*) и в точках O_3 и O_4 (рис. 234, *б*) сверлят отверстия диаметром 1,5—2 мм. Эти отверстия необходимы для высококачественной обработки углов.

5. В точке O_5 сверлят отверстия диаметром не более 5 мм для удаления лишнего металла (рис. 234, *б*). В зависимости от ширины «ласточкина хвоста» число отверстий надо брать таким, чтобы между

ними получились тонкие перемычки. После этого переходят к расчлененной обработке шаблона и контршаблона.

Дальнейшая обработка контршаблона состоит в следующем.

1. Удаляют лишний металл из угловых выемок, вырезая его ножовкой (рис. 233, *в*), оставляя припуск на обработку 1 мм.

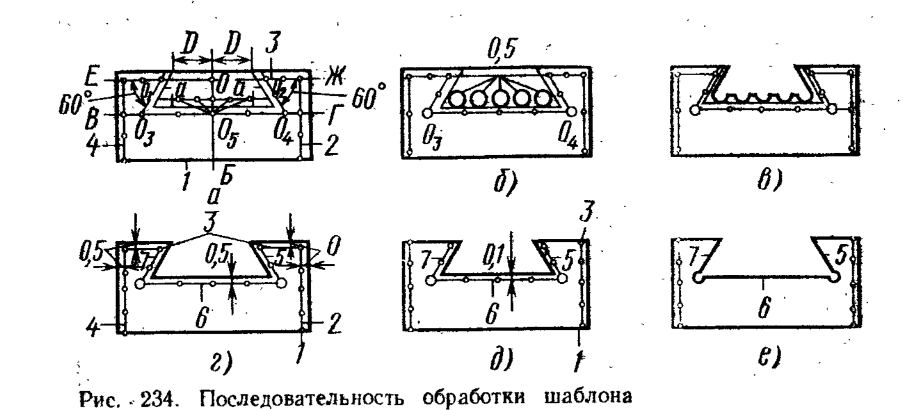


Рис. 234. Последовательность обработки шаблона

2. Предварительно опиливают стороны *2—4* (рис. 233, *г*) и плоскости *5—8*, расположенные под углами, не доходя до риски 0,5 мм.

3. Окончательно опиливают сторону *3* параллельно стороне *1* и начисто зачищают ее под размер (рис. 233, *д*).

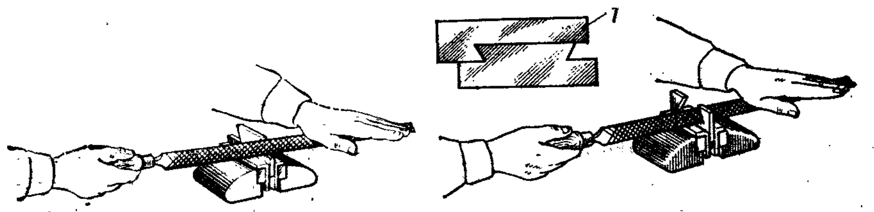


Рис. 235. Прием предварительного опиливания контршаблона

Рис. 236. Прием предварительного опиливания шаблона:
1 — контрольный шаблон

4. Распиливают стороны *5*, *6* и *7*, *8* с припуском на дальнейшую обработку 0,1 мм (рис. 233, *д*), соблюдая последовательность обработки и проверки:

а) сначала распиливают стороны *5* и *8* (рис. 235) и проводят три проверки: 1) на прямолинейность сторон — лекальной линейкой; 2) на перпендикулярность к боковой плоскости — по угольнику; 3) на параллельность сторон *5* и *8* стороне *1* — микрометром;

б) последовательно распиливают стороны *6* и *7* с первой и второй проверками, рассмотренными в предыдущем пункте, и дополнительной проверкой угла по шаблону на просвет.

5. Окончательно обрабатывают продольным штрихом стороны *5—8* с проверкой плоскости и углов по данным чертежа (рис. 233, *е*).

При окончательной обработке поверхностей опиливанием используют надфили соответствующего профиля.

Дальнейшая обработка шаблона заключается в следующем.

1. По контрольным рискам делают два прореза ножовкой с выходом в отверстия, а затем круглым напильником распиливают перемычки между отверстиями для удаления лишнего металла (рис. 234, *в*).

2. Предварительно опиливают наружные стороны *2—4*, а затем распиливают (рис. 236) внутренние стороны *5—7*, не доходя 0,5 мм до риски (см. рис. 234, *г*).

3. Окончательно личным напильником опиливают сторону *3* параллельно стороне *1* с проверкой на прямолинейность, перпендикулярность и параллельность (см. рис. 234, *д*).

4. Затем распиливают напильником стороны *5—7* с припуском на дальнейшую обработку 0,1 мм с периодической проверкой всех сторон на прямолинейность, перпендикулярность к боковой стороне (см. рис. 234, *е*). Параллельность сторон *1* и *6* контролируют штангенциркулем, а углы — контрольным шаблоном.

Рис. 237. Прием опиливания шаблона и контршаблона с применением рамки

5. Припасовывают шаблон к контршаблону:

а) шаблон накладывают на контршаблон и с небольшим усилием нажимают на него;

б) проверяют плотность соединения плоскостей и углов на просвет; процесс подгонки чередуют с накладыванием шаблона на контршаблон, определяя на просвет несколько раз до тех пор, пока шаблон без большого усилия войдет в контршаблон с перекантовкой.

6. После окончания припасовки выполняют окончательную обработку наружных поверхностей под размер.

Для повышения производительности труда и точной обработки узких поверхностей шаблона и контршаблона можно использовать приспособление — цельную рамку.

Применяя в работе это приспособление, выполняют следующее.

1. На обрабатываемых заготовках наносят разметку всего контура шаблона и контршаблона по чертежу.

2. Устанавливают заготовку в рамке обрабатываемой стороной вверх, предварительно закрепляют ее по риске винтами.

3. Точно выверяют установку заготовки в рамке так, чтобы прочерченная риска разметки точно совпала с рабочей верхней плоскостью приспособления.

4. Рамку с заготовкой зажимают в тисках.

5. Берут в руки напильник, встают в рабочее положение и предварительно опиливают напильником выступающую часть кромки заготовки, не доходя 0,3—0,5 мм до рабочих поверхностей рамки (рис. 237).

При опиливании надо соблюдать строгую параллельность движений напильником по отношению к верхней рабочей плоскости приспособления.

Выступающие кромки заготовки окончательно опиливают заподлицо с плоскостью приспособления. При этом необходимо пользоваться старыми напильниками, так как при соприкосновении насечки напильника с закаленными поверхностями приспособления напильник притупляется. Опиливание заканчивают, когда напильник перестанет снимать слой металла с обрабатываемой плоскости и будет скользить по всей поверхности.

7. Для опиливания второй и последующих кромок заготовку переставляют и закрепляют в новом положении так, чтобы размеченная риска точно совпала с рабочей поверхностью рамки.

Последовательность приемов и способов опиливания остается такой же, как рассмотрено выше.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какая операция называется распиливанием и в каких случаях она применяется?
2. Какими способами можно удалить часть металла для получения контура на детали (проема или отверстия), подлежащего распиливанию?
3. Чем проверяется точность распиленного отверстия или проймы?
4. В какой последовательности выполняют разметку для припасовки двух деталей (шаблона и контршаблона)?
5. Каким способом проводят проверку точности припасовки шаблона и контршаблона? По каким признакам судят о правильной припасовке?

ПРИТИРКА И ДОВОДКА

Притирка широких плоских поверхностей. Во время работы при установке в тисках различных притиров их следует надежно закреплять (круглые и тяжелые притиры при слабом креплении могут упасть и вызвать ушибы ног работающего). Запрещается применять приставные бруски и призмы с острыми кромками, так как при перемещении их по притиру можно поранить руку.

Притирка является точной слесарной операцией по обработке поверхностей абразивными порошками или пастами для получения наиболее плотного взаимного их прилегания. Притирку осуществляют специальными инструментами — притирами, на поверхность которых наносятся шлифующие материалы или притирочные пасты.

Притиры, используемые в работе, должны отвечать следующим требованиям: а) поверхность притира должна точно соответствовать профилю притираемой поверхности изделия; б) материал притира должен быть пористее материала обрабатываемой детали.

Обычно для изготовления притиров применяют мягкий мелкозернистый чугун. Притирка широких плоскостей обычно выполняется на двух притирочных плитах. Для предварительной притирки

применяют плиты с канавками глубиной и шириной до 1 мм, расположенными друг от друга на расстоянии 10—15 мм, а для окончательной притирки — плиты с гладкой поверхностью. В качестве притирочных материалов используют твердые абразивные материалы в виде порошков (наждак, корунд, карборунд, крокус и др.).

Применяемые абразивы делят на следующие группы (табл. 7, 8); шлифпорошки (размер зерна 30—60 мкм) и микропорошки (размер зерна менее 40 мкм).

7. Зернистость шлифпорошков (ГОСТ 3647—80)

Зернистость	Размер (мкм) стороны ячейки сита в свету, при котором зерна основной фракции		Операция
	проходят через сито	задерживаются в сите	
12	160	125	Резьбошлифование, доводочные операции
10	125	100	—
8	100	80	—
6	80	63	—
5	63	50	—
4	50	40	—

8. Зернистость микропорошков (ГОСТ 3647—80)

Зернистость	Размер зерна основной фракции, мкм	Зернистость	Размер зерна основной фракции, мкм
M40	40—28	M10	10—7
M28	28—20	M7	7—5
M20	20—14	M5	5—3
M14	14—10		

Примечания: 1. Микропорошки зернистостью M40 применяют при чистовой и отделочной притирке и доводке.
2. Для чистовой обработки применяют микропорошки M28, M20, для отделочной обработки —M14, M10, M7.

Кроме порошков, применяются также и пасты ГОИ. Они подразделяются по своему назначению на три вида:

грубая (размеры зерен 40—17 мкм) применяется для предварительной притирки, придает поверхности матовый вид, имеет темно-зеленый цвет;

средняя (размеры зерен 16—8 мкм) применяется для окончательной притирки, создает чистую матовую поверхность, имеет зеленый цвет;

тонкая (размеры зерен менее 8 мкм) применяется главным образом для доводки и придания поверхности зеркального блеска, имеет светло-зеленый цвет.

Пасты ГОИ по сравнению с другими шлифовальными материалами более эффективны и могут применяться для притирки как твердых, так и мягких металлов.

Для различных абразивных порошков применяют разные смазочные материалы: для грубых и средних — керосин, а для мелких — машинное масло. Поверхности, подлежащие притирке, должны быть предварительно чисто обработаны шлифованием или шабрением. Припуск на притирку равен 0,01—0,02 мм.

Учебное задание 1 заключается в притирке одной широкой плоскости чугунной плитки с применением абразивных порошков.

1. Рабочие поверхности притиров для предварительной и окончательной притирки смачивают керосином и начисто протирают тряпкой.

2. Для предварительной притирки берут абразивный порошок зернистостью 4, насыпают его в сосуд и хорошо перемешивают с керосином или жидким минеральным маслом до получения полужидкой массы.

3. На поверхность притира с канавками тампоном наносят тонкий и равномерный слой приготовленной притирочной массы.

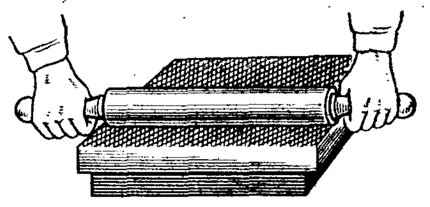


Рис. 238. Прием шаржирования плоского притира стальным валиком

4. Притир шаржируют катанием стального закаленного валика по плоскости притира (рис. 238) 3—5 раз вперед и назад.

5. После окончания шаржирования мягкой тряпкой, смоченной в керосине, следует удалить избыток притирочной массы с поверхности притира.

6. На притир наносят небольшой слой смазочного материала (керосина).

7. Деталь кладут притираемой плоскостью на притир с канавками (рис. 239) и с легким нажимом на деталь делают не более восьми—десяти круговых движений по всей плоскости притира.

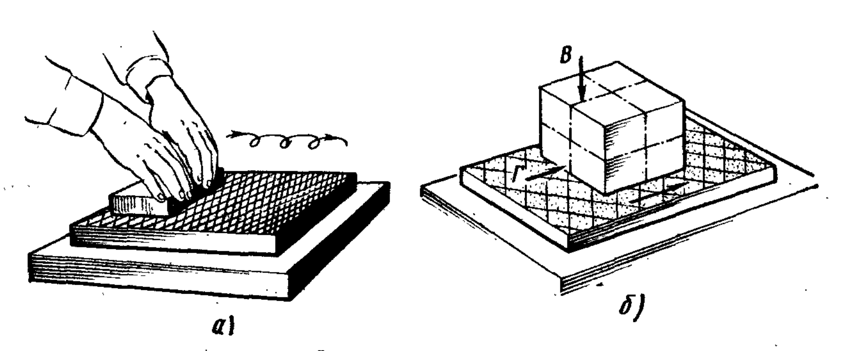


Рис. 239. Притирка широкой плоскости:
а — прием работы; *б* — распределение нагрузки на деталь

При притирке нужно правильно распределять нагрузку на деталь, иначе может произойти завал поверхности и изменение формы притира. Вертикальная нагрузка *В* (рис. 239, *б*) должна быть перпендикулярна поверхности притира; горизонтальную нагрузку (рабочий ход) *Г* следует прилагать как можно ближе к притиру.

8. После выполнения указанного числа движений с притира удаляют сработанную притирочную массу.

9. Шаржирование, нанесение смазочного материала и процесс притирки чередуют до получения на всей притираемой плоскости матового оттенка без пропусков.

10. Плоский притир (без канавок) шаржируют, применяя микропорошок М28—М40 для окончательной притирки; удаляют с притира избыток притирочной массы.

11. Притираемую плоскость накладывают на гладкий притир и круговыми движениями перемещают деталь по поверхности притира, периодически добавляя керосин.

12. Окончательную притирку заканчивают, когда вся обрабатываемая плоскость будет иметь чистую ровную матовую поверхность. Оставшуюся массу смывают керосином и тщательно вытирают чистой тряпкой.

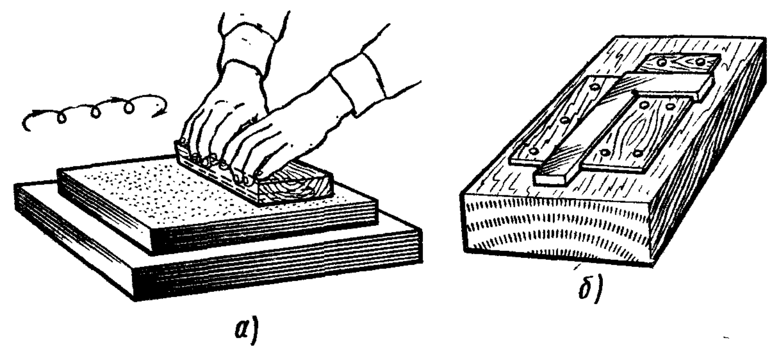


Рис. 240. Притирка широкой плоскости угольника:
а — прием работы; *б* — крепление угольника к деревянной опоре

Учебное задание 2 состоит в притирке широких плоскостей угольника, предварительно обработанных шлифованием.

1. Угольник укрепляют на деревянной опоре посредством планок, располагаемых по его периметру. Планки прибиты к доске так, чтобы угольник был плотно зажат ими со всех сторон и выступал над плоскостью опоры на половину своей толщины.

2. Одну из плоскостей угольника промывают керосином для удаления металлической пыли и грязи, а затем вытирают ее насухо чистой тряпкой.

3. Подготавливают притир, протирают, наносят притирочную пасту, шаржируют, смазывают.

4. На плоскость притира накладывают закрепленный на бруске угольник и с легким нажимом перемещают его (криволинейными движениями) от одного до другого края по всей плоскости притира (рис. 240).

5. После восьми—десяти проходов с притира керосином смывают сработанную притирочную массу и вытирают его тряпкой.

6. Чередуют нанесение свежей массы, шаржирование, смазывание и предварительную притирку одной плоскости угольника до получения матовой поверхности без пропуска.

7. Угольник вынимают из опоры, сработанную массу смывают керосином и тщательно протирают.

8. Угольник крепят на деревянной опоре для притирки второй плоскости.

9. Предварительную притирку второй плоскости производят, повторяя приемы, рассмотренные в пп. 2—7.

10. Окончательную притирку двух плоскостей угольника до получения чистой матовой поверхности выполняют в определенной последовательности.

Притирка узких плоских поверхностей с применением приспособлений. Для придания деталям с узкими гранями правильной формы с необходимым качеством поверхности применяют слесарную операцию — притирку.

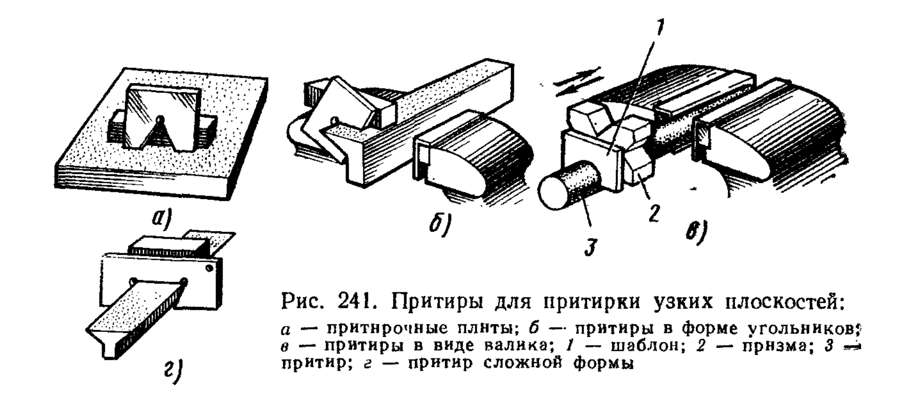


Рис. 241. Притиры для притирки узких плоскостей:
а — притирочные плиты; *б* — притиры в форме угольников; *в* — притиры в виде валика; *1* — шаблон; *2* — призма; *3* — притир; *г* — притир сложной формы

Для обработки деталей различной формы применяют различные притиры (рис. 241).

Небольшие притиры в виде угольника, бруска, призмы или валика обычно укрепляют в тисках. В процессе притирки для придания детали устойчивого и перпендикулярного положения применяют точные приспособления в форме куба, бруска или призмы (рис. 241, *а*, *в*, *г*).

Данное упражнение состоит из двух учебных заданий.

Учебное задание 1 по притирке внешних узких плоскостей шаблона выполняется в следующей последовательности.

1. Рабочую поверхность плиты и обрабатываемую плоскость шаблона смачивают керосином, после чего тщательно протирают тряпкой.

2. Вторично слегка смочив поверхность притира керосином, на притир наносят грубую пасту ГОИ и распределяют ее ровным слоем по всей поверхности притира.

3. На плоскость притира устанавливают чугунный брусок, к одной стороне которого прикладывают широкую плоскость шаблона так, чтобы его узкая наружная грань плотно прилегала к плоскости притира (рис. 242, *б*).

4. Прижимая шаблон большими пальцами рук к бруску, осуществляют круговые движения по всей плоскости притира, выполняют предварительную притирку (рис. 242, *а*).

Во время притирки надо так прижимать шаблон к бруску, чтобы он не отходил от бруска, но имел возможность по мере притирки перемещаться вниз по бруску. Во избежание неравномерного изнашивания поверхности бруска и нарушения прямоугольности его сторон нажим на него не должен быть сильным.

5. Выполнив восемь—десять круговых движений детали с бруском, сработанную притирочную массу, имеющую темно-бурый оттенок, удаляют с плоскости притира тряпкой, смоченной в керосине, а затем наносят свежий слой пасты.

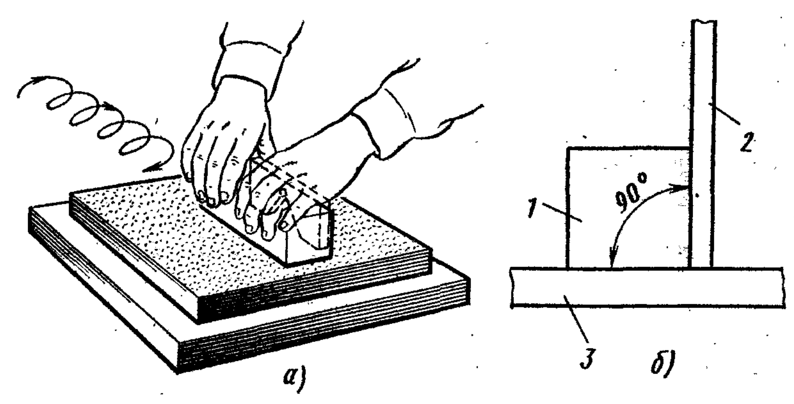


Рис. 242. Притирка узкой грани шаблона:
а — прием работы; *б* — положение бруска и шаблона при притирке; *1* — брусок; *2* — шаблон; *3* — притир

6. Притирку чередуют с нанесением свежей пасты до получения сплошной матовой поверхности.

7. Выполняя приемы, указанные в пп. 1—6, предварительно притирают остальные узкие внешние плоскости шаблона.

8. Притираемые плоскости проверяют лекальной линейкой, а расположеие их под углом 90° — поверочным угольником с узкими ребрами.

9. На плиту наносят среднюю пасту ГОИ и в такой же последовательности производят чистовую притирку всех внешних плоскостей шаблоиа до образования на них чистой матовой поверхности.

10. После окончания притирки оставшуюся часть пасты смывают керосином и все плоскости шаблона протирают начисто.

Учебное задание 2 состоит в притирке узкой вогнутой криволинейной поверхности раднусного шаблона пастой ГОИ. Последовательность выполнеиия этого задания ничем не отличается от последовательности притирки узких плоскостей.

В качестве притира здесь применяют круглый валик, точно соответствующий заданному радиусу шаблона. Для устойчивого и перпендикулярного положения шаблона на притире используют

призму (рис. 243). Притирку проводят сначала грубой, а затем средней пастой ГОИ. Заканчивают обработку, когда притираемая поверхность примет ровный матовый вид.

Притирка цилиндрических поверхностей. Для повышения производительности и получения высокого качества притирки эту работу обычно выполняют на токарном станке.

Учебное задание 1 заключается в притирке внешней цилиндрической поверхности валика. Притирка выполняется чугунным или медным притиром-кольцом с внутренним диаметром на 0,25—0,05 мм большим диаметра валика.

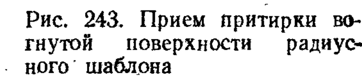


Рис. 243. Прием притирки вогнутой поверхности радиусного шаблона

1. На поверхность притира наносят грубую пасту ГОИ.

2. На одном конце валика закрепляют хомутик, на валик надевают притир-кольцо в разжатом состоянии.

3. Центровые углублеиия смазывают солидолом, валик устанавливают и закрепляют в центрах токарного станка без качки (рис. 244, *а*).

4. Регулируют внутренний диаметр притира-кольца специальным винтом *3*, установленным в притире (рис. 244, *б*). Притир считается подготовленным к работе, когда его поверхность плотно прилегает к поверхности детали и вращается с небольшим усилием.

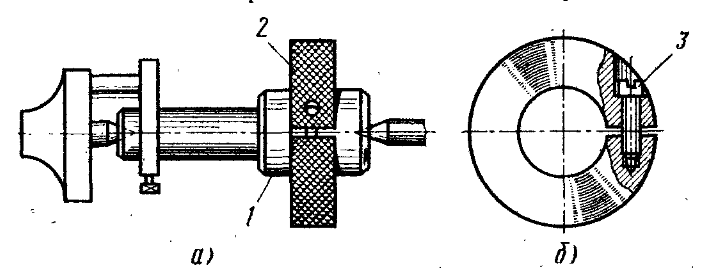


Рис. 244. Притирка детали на токарном станке:
а — установка детали и притира; *б* — притир-кольцо; *1* — деталь; *2* — притир; *3* — винт

5. Притирку выполняют с окружной скоростью 6—10 м/мин.

В процессе притирки правой рукой удерживают инструмент от вращения, медленно водят его вперед и назад по всей длине притираемой поверхности детали, не заходя за ее пределы (рис. 245).

По мере притирания поверхности валика грубую пасту ГОИ заменяют средней и, подвертывая винт, уменьшают диаметр притира.

6. Притирку заканчивают при получении на валике чистой матовой поверхности, которую проверяют микрометром на конусообразность, овальность и бочкообразность.

Учебное задание 2 состоит в притирке внутренней цилиндрической поверхности детали типа втулки.

Притирку выполняют цилиндрическим чугунным или медным притиром, состоящим из цилиндрической втулки с конусным отверстием, куда вставлена коническая оправка со шпонкой (рис. 246, *а*). Диаметр притира берут на 0,01—0,025 мм меньше диаметра отверстия.

Рис. 245. Прием ручной притирки валика на токарном станке

Последовательность притирки состоит в следующем.

1. Шаржируют круглый притир: а) на поверхность двух твердых стальных плит наносят абразивный порошок; б) круглый притир располагают между стальными плитами; в) верхнюю плиту передвигают горизонтально с большим нажимом, вдавливая абразивные зерна в круглый притир, который вращается между поверхностями плит (рис. 246, *б*).

2. Обрабатываемую втулку надевают на притир и устанавливают в центрах токарного станка, закрепляя оправку притира хомутиком.

3. Пускают станок, который вращает притир в детали со скоростью 6—8 м/мин. Правой рукой удерживают втулку и медленно передвигают ее от конца до конца по вращающемуся притиру и производят притирку отверстия втулки (рис. 247).

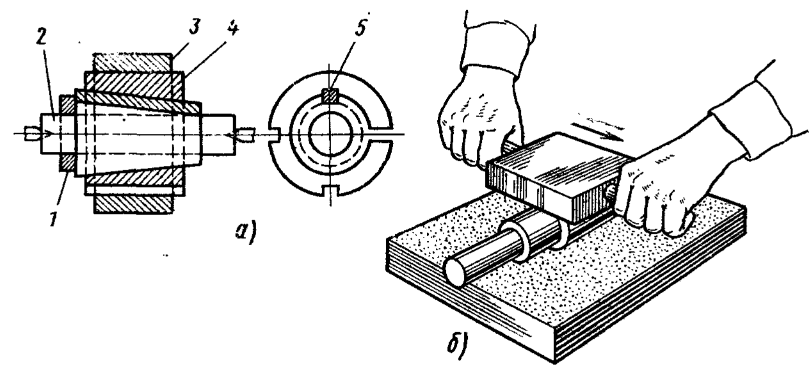


Рис. 246. Подготовка к притирке внутренней цилиндрической поверхности втулки: *а* — устройство притира; *1* — гайка; *2* — оправка; *3* — втулка; *4* — притир; *5* — шпонка; *б* — прием шаржирования цилиндрического притира на плите

4. Притирку чередуют с контролем шероховатости поверхности и диаметра отверстия гладким предельным калибром-пробкой. Перед измерением диаметра отверстия деталь тщательно промывают в керосине.

По мере притирания внутренней поверхности втулки увеличивают диаметр притира путем смещения конуса оправки вдоль шпонки с помощью гайки и наносят на притир зерна абразивного порошка меньшей величины.

Притирка конических сопряженных поверхностей. Кроме притирки деталей с помощью притиров, находит применение притирка сопрягаемых поверхностей деталей непосредственно одна к другой. К таким работам относится притирка различных кранов, клапанов, где требуется плотная пригонка конусных поверхностей.

Конические поверхности крана (пробка и гнездо) предварительно обрабатывают на токарном станке, после чего их подвергают притирке. Притирку латунной пробки крана выполняют в следующей последовательности.

1. Притираемые поверхности очищают от пыли, грязи и насухо вытирают.

2. Корпус крана зажимают в тисках большим конусным отверстием вверх.

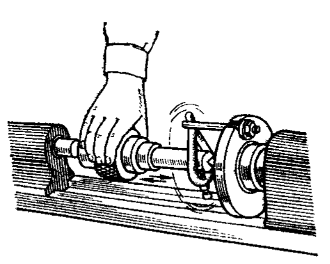


Рис. 247. Прием притирки внутренней поверхности втулки

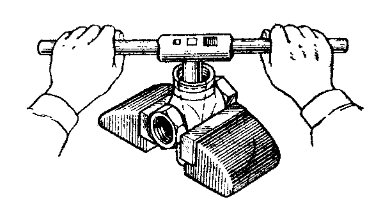


Рис. 248. Прием притирки конической пробки крана

3. На конусную поверхность пробки наносят ровный слой пасты ГОИ (среднюю), разведенной в керосине.

4. Пробку вставляют в коническое гнездо, а на квадрат оси пробки надевают вороток.

5. Воротку с пробкой сообщают возвратно-круговое движение с осевым нажимом (рис. 248). При этом после полуоборота в одну сторону пробку приподнимают, затем опускают и с легким нажимом поворачивают на пол-оборота в другую сторону.

6. Сделав восемь—десять таких движений, пробку вынимают из корпуса крана, насухо вытирают все притираемые поверхности и проверяют качество притирки.

7. На поверхность пробки вторично наносят ровный слой пасты, повторяют приемы притирки.

8. Притирку чередуют с нанесением пасты до получения сплошной чистой матовой поверхности как на пробке, так и в коническом отверстии.

9. После окончания притирки пробку вынимают, промывают все поверхности в керосине и насухо протирают.

Качество притирки определяется плотностью соприкосновения конусных поверхностей пробки и отверстия. Для этого:

1. На поверхности пробки по образующей проводят черту карандашом.

2. Пробку с чертой вставляют в конусное отверстие и с легким нажимом проворачивают пробку на один-два полных оборота. Если черта стерлась по всей длине равномерно, то плоскости притерты правильно.

Доводка поверхностей. Доводка — это окончательная стадия притирки поверхностей по заданным размерам с получением точной формы обрабатываемых поверхностей. При обработке поверхностей доводкой получают размеры с точностью до 0,1 мкм и зеркальную поверхность. Эта операция является сложной и требует от работающего настойчивости и терпения.

Доводку выполняют на поверхностях, предварительно обработанных шлифованием. Припуск на доводку составляет 1—2 мкм.

Для предварительной и окончательной доводки применяют такие же абразивные порошки и пасты, как и для притирки. Чтобы получить зеркальную поверхность, используют тонкую пасту ГОИ, крокус, а также окись хрома или алюминиевую пудру, разведенные в бензине. Кроме того, зеркальную поверхность можно получить с помощью притира с остатками абразивного порошка от предыдущей доводки с применением смазочного материала.

Доводка и притирка состоят из аналогичных, последовательно выполняемых рабочих приемов, повторяемых до полной обработки поверхностей детали. При доводке необходимо:

а) правильно распределять прилагаемое усилие, иначе могут получиться поверхности неправильной формы;

б) не делать сильного нажима на деталь, выполняя движение с малой скоростью, что обеспечивает получение обрабатываемой поверхности малой шероховатости. При сильном нажиме на деталь от большого трения под действием тепла может возникнуть коробление тонких деталей и изменение размеров;

в) при работе с абразивными порошками по притиру делать не более 12—15 движений, а при работе пастами — не более восьмидесяти движений, после чего притирочный материал заменять новым; в процессе доводки необходимо соблюдать последовательность применения грубых, средних и тонких порошков;

г) периодически осуществлять контроль за качеством обрабатываемых поверхностей в зависимости от конфигурации изделия, проверяя: прямолинейность поверхностей лекальной линейкой; параллельность плоскостей микрометром или индикатором; величину углов угольником, угломером, шаблонами и угловыми плитками; заданный профиль детали шаблоном; линейные размеры штангенциркулем, микрометром и плоскопараллельными плитками; перпендикулярность рабочих поверхностей лекальным угольником; шероховатость зеркальной поверхности — на глаз.

Учебное задание 1 состоит в доводке плоских поверхностей на плите.

При изготовлении угольников, лекальных линеек, шаблонов, скоб и других изделий весьма ответственной операцией является доводка прямолинейных измерительных поверхностей. В данном задании рассматривается доводка узких граней поверочного угольника для получения прямолинейности, точности сопряжения под углом 90° и параллельности.

До выполнения задания заготовка угольника прошла механическую обработку, включая термическую, рихтовку и предварительную притирку.

1. Тщательно подготавливают притир для сухой или мокрой доводки.

При сухой доводке абразивный порошок наносят на поверхность плоского притира тряпочным тампоном, как бы припудривая и равномерно распределяя его по всей поверхности притира. Притир шаржируют закаленным валиком или кубиком. Не допускается вдавливание зерен абразивного порошка в притир из-за дробления зерен.

Для мокрой доводки притирочную абразивную массу наносят на плоский притир равномерным и очень тонким слоем. Большее количество притирочного материала не обеспечивает плотного прилегания трущихся поверхностей, снижает качество и производительность.

При доводке используют смазочный материал.

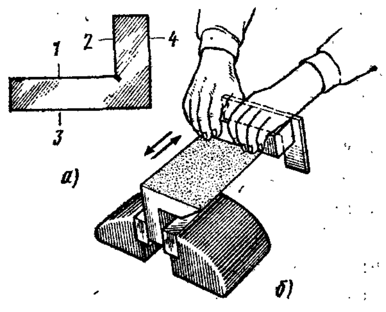


Рис. 249. Доводка внутреннего ребра угольника:
а — угольник; *б* — прием работы

2. На плоскость притира устанавливают брусок, к одной стороне которого прикладывают широкую плоскость угольника, прижимая его большими пальцами рук так, чтобы его узкая грань *1* (рис. 249, *а*) плотно прилегала к плоскости притира.

3. Удерживают двумя руками угольник вместе с направляющим бруском и передвигают вдоль плоскости притира, выполняя предварительную доводку (рис. 249, *б*).

Во время доводки надо осуществить равномерное движение и одинаковое несильное придавливание угольника к притиру, чтобы избежать неравномерного изнашивания поверхности притира.

4. Шаржирование притира чередуют с доводкой и проверкой качестве поверхности до тех пор, пока обрабатываемая поверхность не примет чистый матовый полузеркальный вид.

5. Выполняют окончательную доводку грани *1*, применяя пасту ГОИ или корпус до образования чистой зеркальной поверхности, с проверкой плоскости лекальной линейкой.

6. Повторяют приемы, рассмотренные в пп. 1—4, доводят грань *2* внутреннего угла угольника с проверкой плоскостей *1* и *2* поверочным угольником с углом 90°.

7. В такой же последовательности выполняют доводку наружных граней *3* и *4*.

8. Доводку чередуют с проверкой прямолинейности граней лекальной линейкой, расположения граней *3* и *4* поверочным угольником и параллельности граней *1* и *3*, *2* и *4* микрометром или индика-

тором. Для достижения параллельности и внешнего угла 90° при доводке наибольший нажим делают на завышенную часть поверхности грани; перед проверкой все поверхности протирают тряпкой начисто.

Учебное задание 2 состоит в доводке радиусных поверхностей на примере доводки криволинейных поверхностей радиусного шаблона и контршаблона. Прежде чем приступить к доводке радиусных поверхностей шаблона, надо выбрать первую обрабатываемую поверхность. Более точно можно выполнить доводку шаблона *А* с вогнутой поверхностью, применяя в качестве притира контрольный валик

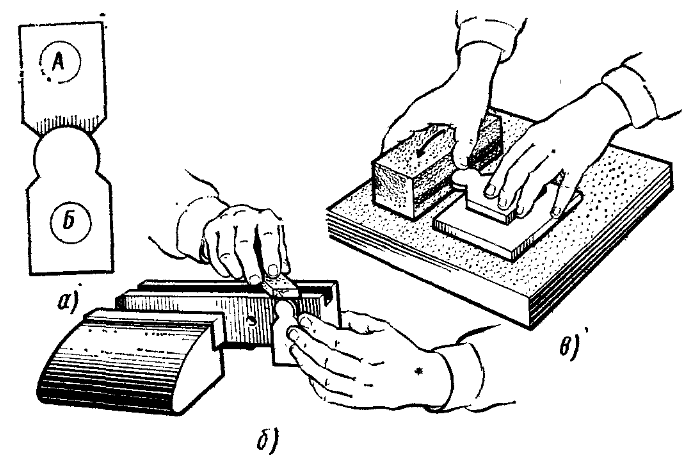


Рис. 250. Доводка контршаблона:
а — шаблон и контршаблон; *б* — предварительная доводка выпуклой поверхности контршаблона; *в* — окончательная доводка выпуклой поверхности контршаблона

(рис. 250, *а*). Для устойчивого положения шаблона под углом 90° используют призму.

Доводку радиусного шаблона *А* с вогнутой поверхностью выполняют в такой последовательности.

1. Подготавливают круглый притир.
2. Притир зажимают в тисках через алюминиевые или медные нагубники так, чтобы обеспечить свободное перемещение призмы и шаблона на большой длине притира.
3. Обхватывают пальцами рук призму с шаблоном (рис. 250, *б*), прижимают его к притиру и осуществляют поступательно-возвратные движения призмы по инструменту, выполняют предварительную доводку вогнутой поверхности шаблона. Для обеспечения равномерного изнашивания поверхности притира периодически надо смещать призму по окружности на некоторый угол.
4. Доводку чередуют с периодическим контролем формы поверхности без следов от доводки и отсутствия деформации плоскостей.

Для окончательной точной доводки на круглый притир наносят соответствующий притирочный материал, повторяя прием предварительной доводки. При этом для получения чистой зеркальной по-

верхности уменьшают скорость движения и давление на деталь в процессе доводки. Работу заканчивают, когда доводимая поверхность будет иметь чистый зеркальный вид, а также при отсутствии просвета по всей длине обрабатываемой поверхности.

Последовательность выполнения доводки контршаблона *Б* с выпуклой поверхностью состоит в следующем.

1. Наметку зажимают в тисках с нагубниками.
2. Выполняют предварительную доводку выпуклой поверхности контршаблона. Левой рукой прижимают контршаблон к боковой плоскости наметки, сдвигая его выпуклой поверхностью вверх до соприкосновения с бруском; удерживая брусок правой рукой в плотном соприкосновении с плоскостью наметки, сообщают бруску воз-

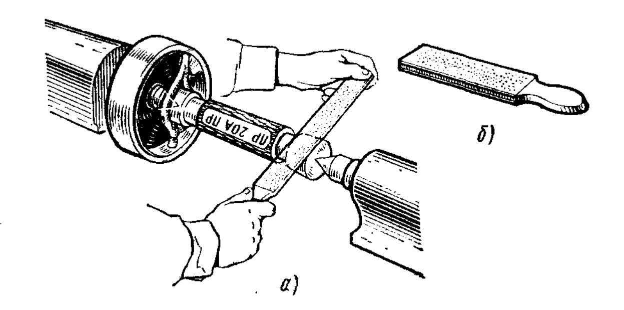


Рис. 251. Доводка наружных цилиндрических поверхностей плоским притиром:
а — прием работы; *б* — плоский притир

вратно-поступательные движения (как при опиливании). Движение бруска сочетают с поворотом контршаблона левой рукой для доводки всей выпуклой поверхности.

3. Выполняют окончательную доводку контршаблона *Б* на плите (прямоугольным притиром с точным углом 90°): а) контршаблон кладут на плоскопараллельную плитку так, чтобы обрабатываемая поверхность выступала за край плитки (рис. 250, *в*); б) левой рукой контршаблон с плиткой прижимают к плите, а правой рукой двигают подготовленный притир по плите: совершая возвратно-поступательные криволинейные движения притиром по выпуклой кромке контршаблона, выполняют окончательную доводку; в) окончательную доводку чередуют с проверкой шероховатости обрабатываемой поверхности и проверкой на просвет выпуклого контура по шаблону *А*.

Для проверки шаблон *А* и контршаблон *Б* кладут на плоскость стекла, шаблон вставляют в контршаблон до совмещения профилей и контролируют качество доводки на отсутствие просвета. Завершают доводку, когда обрабатываемая поверхность будет иметь чистый зеркальный вид и отсутствие просвета по всей длине доводимой поверхности.

Для получения навыка по доводке наружных цилиндрических поверхностей в качестве объекта учебного задания может быть выбран бракованный калибр-пробка, притиром будет кольцо-притир.

Кроме того, применяют плоские притиры (рис. 251, *б*), которые изготовляют из мягкого чугуна. Рабочие плоскости притира шлифуют и доводят на плите с мелкими абразивными порошками.

Во время доводки плоским притиром работают как напильником, накладывая его на вращающуюся деталь, осуществляя горизонтальные движения вперед и назад и равномерно передвигая его по поверхности детали (рис. 251, *а*). Доводку выполняют на токарных станках, где окружная скорость детали не должна превышать 6—10 м/мин.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В чем отличие операций притирки и доводки?
2. Как подготовить притирочную плиту и деталь к притирке?
3. Какие притирочные и смазочные материалы применяют при притирке?
4. Что называют шаржированием притиров и как его выполняют?
5. В какой последовательности выполняют притирку узких поверхностей угольника? Что происходит в процессе притирки?

КЛЕПКА

Требования безопасности труда. Приступая к проведению учебной работы по выполнению заклепочных соединений, инструктор производственного обучения обязан внимательно осмотреть весь инструмент и приспособления.

Молотки должны быть прочно насажены на рукоятки и закреплены клиньями; рукоятка молотка должна иметь овальное сечение с равномерным утолщением к концу. Поверхность рукоятки должна быть чистой и гладкой, без сучков, трещин и отколов. Длина рукоятки для молотков массой до 300 г должна составлять 250—300 мм, а массой 300—500 г — 350 мм; рабочие поверхности молотка должны иметь гладкую ровную поверхность без трещин и отколов.

Натяжки и обжимки не должны иметь трещин и отколов. Поверхность ударной части должна быть гладкой и слегка выпуклой, не должна быть сбитой или скошенной.

Соединение деталей заклепками с потайной головкой. Способ соединения двух или нескольких деталей заклепками называют заклепочным соединением.

Диаметр d стержня заклепки выбирают в зависимости от толщины склепываемых деталей: $d = 2в$, где $в$ — наименьшая толщина склепываемого листа.

В этом соединении существует несколько различных видов швов:

однорядный шов внахлестку (рис. 252, *а*), где длина l части одной детали, накладываемой на другую, должна составлять не менее пяти диаметров заклепки;

однорядный шов встык с одной (рис. 252, *б*) и двумя (рис. 252, *в*) накладками. Толщина $в$ накладки должна быть равной 2/3 толщины листов.

Заклепки размещают на шве в один или несколько рядов.

Многорядные швы могут быть с рядовым (параллельным) или шахматным расположением заклепок с соблюдением следующих размеров:

1) при их шахматном расположении расстояние между рядами заклепок $б = 2d$;

2) шаг между центрами заклепок в рядах: для однорядного шва $t = 3d$ (рис. 252, *а*); для двухрядного шва $t_1 = 4d$ (рис. 252, *б*);

3) расстояние от центра заклепки до края детали $a = 1{,}5d$ (рис. 252, *а*, *б*).

Поверхности склепываемых деталей подгоняют правкой и опиливанием с тем, чтобы соединяемые поверхности плотно прилегали друг к другу.

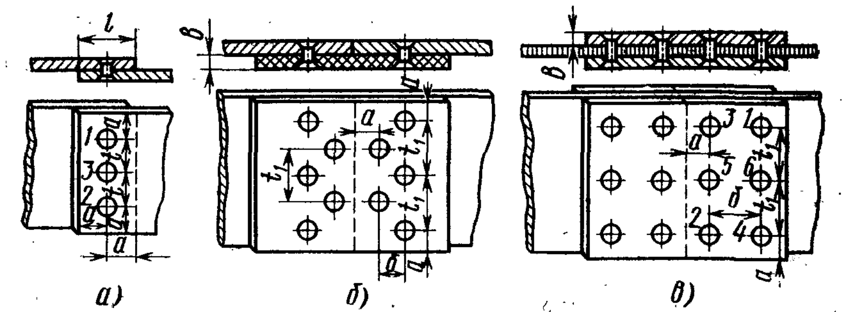


Рис. 252. Заклепочные соединения:
а — шов внахлестку; *б* — шов встык с одной накладкой; *в* — шов встык с двумя накладками

1. Выбирают базу для разметки (за базу обычно принимают обработанные кромки деталей или осевые линии); при шве внахлестку разметка производится на одной из деталей; при шве с накладкой — на накладке.
2. Размечают и наносят осевые риски каждого ряда заклепок.
3. Размечают и наносят центровые линии, соответствующие шагу между заклепками, соблюдая необходимое расстояние от центра заклепки до края детали. Эти линии—риски должны быть расположены перпендикулярно осевым линиям рядов.
4. В месте пересечения центровой и осевой линии каждого отверстия накернивают его центр. Сверлят и зенкуют отверстия на сверлильном станке. Для свободной посадки заклепки в отверстие диаметр сверла должен быть больше диаметра заклепки на 0,1—0,2 мм. Отверстия сверлят в два приема: сначала производят пробное, а затем окончательное сверление.

После того как на одной детали или накладке высверлены все отверстия, их используют как шаблон для сверления отверстий в других деталях, входящих в соединение. При изготовлении партий одинаковых заклепочных соединений для сверления отверстий под заклепки применяют накладные шаблоны.

Угловую зенковку выбирают по вершине угла конусности головки заклепки. Зенкование отверстий под заклепки с потайными заклад-

ными, замыкающими головками выполняют поочередно на плоскостях деталей (с обеих сторон) на размер высоты головки. После окончания сверления и зенкования заусенцы на отверстиях опиливают личным напильником.

При подборе заклепок учитывают следующее:

диаметр стержня заклепки должен иметь свободную посадку в отверстие детали по установленному допуску;

длина стержня для образования головки впотай должна составлять 1—1,2 диаметра стержня заклепки (рис. 253). Этот размер обеспечивает формирование замыкающей головки и заполнение пространства между стержнем заклепки и стенкой отверстия. При определении длины стержня заклепки необходимо учитывать толщину склепываемых деталей (рис. 253):

$$l = в + 1{,}2d,$$

где $в$ — общая толщина склепываемых деталей, мм.

Рис. 253. Длина стержня заклепки для образования потайной головки:

1 — замыкающая головка; 2 — стержень заклепки; 3 — закладная головка

Пример. Определить длину стержня заклепки с потайной головкой диаметром 4 мм при общей толщине склепываемых деталей 4 мм.

Для формирования замыкающей головки впотай выбираем $1{,}2d$.

Определяем общую длину стержня заклепки:

$$l = в + 1{,}2d = 4 + 1{,}2 \cdot 4 = 8{,}8 \text{ мм.}$$

Последовательность выполнения заклепочного соединения состоит в следующем.

1. Соединяемые детали накладывают одна на другую, проверяют совпадение отверстий и плотное прилегание плоскостей.

2. В отверстие вставляют одну заклепку, укладывают склепываемые детали на плиту закладной головкой вниз.

3. Устанавливают натяжку для осаживания склепываемых деталей на стержень заклепки и наносят удары молотком по ударной части натяжки до плотного соприкосновения плоскостей. При плотной установке головки заклепки в конусное углубление (рис. 254, *а*) глубиномером штангенциркуля проверяют длину выступающего стержня.

4. Несколькими равномерными ударами бойка молотка осаживают выступающий стержень, создавая грубую форму головки (рис. 254, *б*).

5. Повторяют операции, указанные в пп. 2—4, соблюдая правильную очередность расклепывания.

У однорядных швов расклепывают последние заклепки в ряду в последовательности цифр, указанной на рис. 252, *а*. У многорядных швов заклепки расклепывают крест-накрест также в определенной последовательности (см. рис. 252, *в*).

6. Носком молотка предварительно раздают конец стержня в конусном углублении, периодически меняя положения бойка (рис. 254, *в*).

7. Молотком окончательно выравнивают и формируют замыкающую головку заклепки (рис. 254, *г*).

8. Окончательно отделывают заклепку, опиливая плоским напильником.

Кроме глухих неподвижных соединений, склепыванием приходится выполнять шарнирные соединения (плоскогубцы, кусачки, пассатижи и т. д.). При этом стремятся достичь такого соприкосновения трущихся частей, которое допускало бы угловые перемещения склепанных деталей без особых усилий. При окончательном формировании замыкающей головки шарнирного соединения необходимо осуществлять постоянный контроль за достаточной плотностью и равномерным скольжением склепанных деталей.

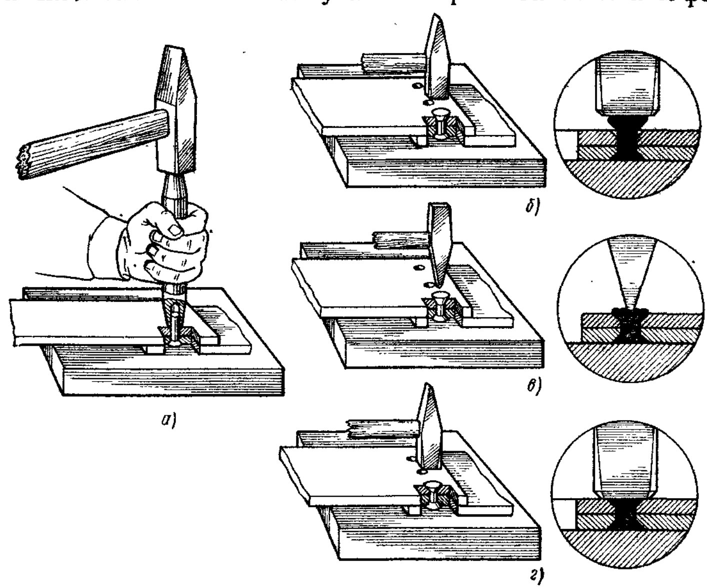


Рис. 254. Приемы клепки заклепками с потайной головкой:

а — осадка склепываемых листов; *б* — осадка стержня; *в* — формирование замыкающей головки; *г* — отделка замыкающей головки

Качество склепывания проверяют на плотный натяг склепываемых деталей (зазор проверяют щупом), отсутствие засечек на головках заклепок и поверхности деталей (окружность головки должна быть концентрична с отверстием).

Соединение деталей заклепками с полукруглой головкой. Кроме склепывания деталей заклепками с потайной головкой, широкое применение находят соединения заклепками с полукруглой головкой. Для указанных заклепок применяют такие же виды швов, как и для заклепок с потайной головкой.

Отверстие раззенковывают на глубину 1 мм с тех сторон, где должны быть расположены закладная и замыкающая головки заклепок (рис. 255). Это делается для того, чтоб переходная поверхность на стержне заклепки под головкой не помешала плотному прилега-

нию головки заклепки к склепываемой плоскости и чтобы лучше формировалась замыкающая головка.

Заклепки подбирают с учетом следующих требований:

1. Диаметр стержня заклепки должен иметь свободную посадку в отверстие с допуском 0,1—0,2 мм (в зависимости от диаметра заклепки).

2. Длина стержня для образования полукруглой головки должна составлять 1,25—1,5 диаметра стержня заклепки. Необходимо учитывать толщину склепываемых деталей (см. рис. 255).

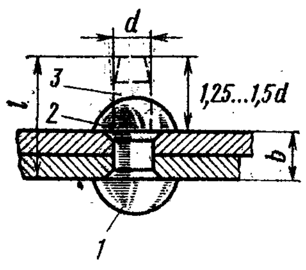


Рис. 255. Схема для определения длины стержня заклепки для образования круглой головки:

1 — закладная головка; *2* — замыкающая головка; *3* — стержень заклепки

Общая длина стержня заклепки $l = в + 1,5d$, где $в$ — общая толщина склепываемых деталей.

Пример. Определить длину стержня заклепки с полукруглой головкой диаметром 5 мм, если толщина склепываемых деталей составляет 5 мм.

Длина конца стержня заклепки для формирования замыкающей головки принимается равной 1,5 диаметра.

Определяем общую длину стержня заклепки:

$$l = в + 1,5d = 5 + 1,5 \cdot 5 = 12,5 \text{ мм}.$$

Если длина стержней заклепок будет больше установленной, стержни укорачивают, опиливая их напильником или в редких случаях отрезая ножовкой.

Заклепку осматривают и проверяют, есть ли на ней вмятины, трещины; проверяют также перпендикулярность основания головки заклепки по отношению к оси стержня.

1. Заклепку вставляют в отверстие детали и вкладывают закладную головку в лунку поддержки, установленную на правильной плите.

2. Для осаживания склепываемых деталей выступающий стержень заклепки вводят в отверстие натяжки и наносят несколько ударов молотком по ее ударной части до плотного соприкосновения плоскостей деталей друг к другу и головки заклепки (рис. 256, *а*).

3. Предварительно расклепывают одну заклепку, осаживая ее несколькими равномерными ударами молотка по выступающему концу стержня, вследствие чего заклепка утолщается (рис. 256, *б*).

4. При расклепывании последующих заклепок в определенной последовательности повторяют приемы, изображенные на рис. 256, *а*, *б*.

5. Далее равномерными ударами молотка, направляемыми под углом к торцовой части стержня, формируют замыкающую головку, придавая ей предварительную форму (рис. 256, *в*). Удары молотком следует наносить только по определенным местам головки так, чтобы она была концентрично расположена относительно отверстия.

6. На предварительно сформированную замыкающую головку устанавливают конец обжимки с лункой и равномерными ударами

молотка по ударной части обжимки отделывают замыкающую головку до образования гладкой сферической формы (рис. 256, *г*).

При работе с обжимкой необходимо следить за тем, чтобы ее края не врубались в деталь и контур головки заклепки. Этот прием проделывают над всеми заклепками, расположенными на детали.

7. Качество склепывания проверяют по плотности посадки заклепок. Для этого большой палец левой руки накладывают на

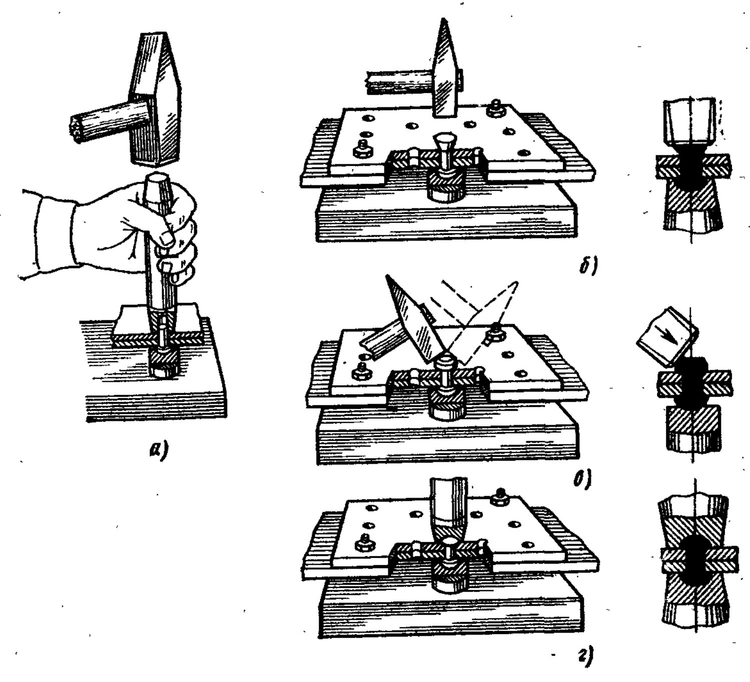


Рис. 256. Приемы клепки заклепками с полукруглой головкой:

а — осадка склепываемых листов; *б* — осадка стержня заклепки; *в* — формирование замыкающей головки; *г* — отделка замыкающей головки

головку заклепки, а затем по другой головке наносят молотком легкие удары. При слабой посадке заклепки ощущается сотрясение и дребезжащий звук.

Заклепочные соединения выполняют прямым методом склепывания, рассмотренным ранее (удары молотком наносят по заклепке со стороны замыкающей головки) и обратным методом, применяемым когда доступ к замыкающей головке затруднен (удары наносят по заклепке со стороны закладной головки). Обычно эти работы выполняют вдвоем. Особенность склепывания обратным методом заключается в следующем.

После предварительной натяжки листов заклепку устанавливают в подготовленное отверстие. Один из работающих удерживает плоскую поддержку в соприкосновении с концом стержня заклепки, а другой наносит удары молотком по обжимке, осаживая конец

заклепки (рис. 257, *а*). После посадки первый работающий удерживает поддержку с полукруглым углублением у конца осаженного стержня, а второй наносит удары молотком по обжимке до формирования замыкающей головки (рис. 257, *б*). Наносить удары по заклепке надо согласованно, так как при ударе поддержка отскакивает от конца заклепки и первый работающий должен своевременно поставить поддержку на место к концу стержня заклепки для нанесения очередного удара. Поддержку не сжимают в руках, а лишь направляют под головку заклепки. Осадка заклепки головки зависит в основном от массы поддержки, а не от силы прижатия ее к головке, поэтому поддержка должна быть массивной.

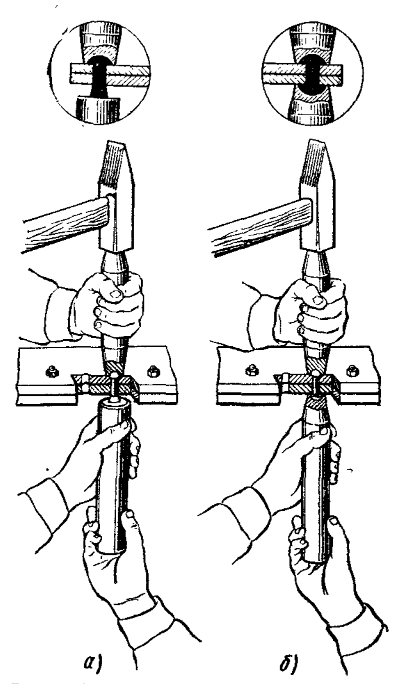


Рис. 257. Прием клепки обратным методом:

а — осадка стержня заклепки плоской поддержкой; *б* — клепка на поддержке

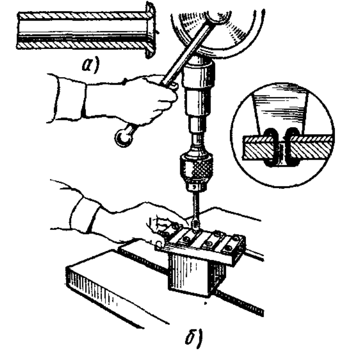


Рис. 258. Развальцовка головки пустотелой заклепки на сверлильном станке:

а — пустотелая заклепка; *б* — прием работы

Соединение деталей пустотелыми заклепками. В слесарных работах встречаются различные соединения деталей из металла, фибры, картона, кожи, пластических масс, выполненные путем склепывания пустотелыми заклепками (пистонами) (рис. 258, *а*).

Заклепочные соединения выполняют двумя способами: 1) развальцовыванием замыкающей головки на сверлильном станке; 2) формированием замыкающей головки ударами с помощью специальной обжимки. Способ развальцовки головки заклепки на сверлильном станке более производителен и находит широкое применение для медных, латунных и алюминиевых заклепок.

Заклепочное соединение с развальцовкой головки заклепки выполняется в следующей последовательности.

1. Размечают и накернивают центры отверстий под заклепки.

2. Сверлят все отверстия, входящие в соединение, или пробивают их на прессах дыропробивными приспособлениями.

3. Собирают соединение, проверяя правильное расположение деталей и всех отверстий, а затем закрепляя их винтами.

4. Заклепку закладывают снизу и размещают ее на поддержке.

5. В патрон сверлильного станка устанавливают развальцовку, а деталь на столе станка размещают таким образом, чтобы ось развальцовки точно совпала с центром отверстия заклепки.

6. Включают электродвигатель и развальцовывают замыкающую головку пустотелой заклепки.

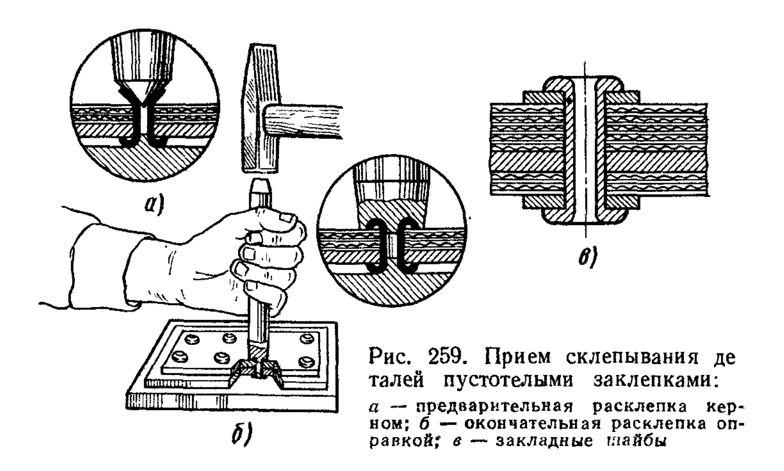


Рис. 259. Прием склепывания деталей пустотелыми заклепками:

а — предварительная расклепка керном; *б* — окончательная расклепка оправкой; *в* — закладные шайбы

В процессе развальцовывания головки заклепки шпиндель станка надо опускать плавно без большого нажима на рычаг, контролируя формирование головки до тех пор, пока не образуется выпуклое кольцо правильной формы (рис. 258, *б*). Развальцовку периодически смазывают вазелином.

Второй способ соединения деталей пустотелыми заклепками с применением специальных обжимок осуществляют в два приема:

первый прием — заложенную в отверстие заклепку размещают на поддержке и предварительно раздают конец заклепки ударами молотка по кернеру (рис. 259, *а*);

второй прием — обжимку устанавливают на осаженный конец заклепки и ударами молотка по обжимке формируют замыкающую головку пустотелой заклепки (рис. 259, *б*).

Для того чтобы не повредить поверхность детали головкой заклепки при соединении нескольких листов пустотелыми заклепками, под них подкладывают металлические шайбы (рис. 259, *в*).

Работа пневматическим клепальным молотком. Клепку пневматическим клепальным молотком (рис. 260) выполняют на крупногабаритных деталях. Эту работу выполняют вдвоем: один работает молотком, а второй является помощником, выполняя работы по установке заклепок в момент клепки.

1. В готовое отверстие вставляют заклепку с потайной закладной головкой и прижимают поддержку к закладной головке.

2. Устанавливают натяжку на ударник *2* молотка, закрепляя ее пружиной.

3. Левой рукой обхватывают натяжку, удерживая ее на конце стержня заклепки, а правой рукой охватывают рукоятку *4* молотка, нажимают большим пальцем на курок *3* и пускают молоток.

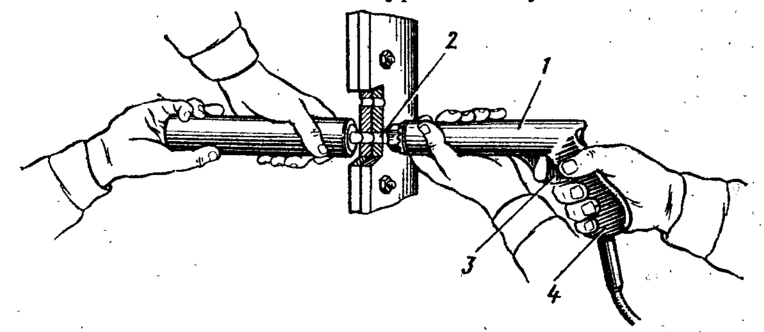


Рис. 260. Пневматический клепальный молоток:
1 — корпус; *2* — ударник; *3* — курок; *4* — рукоятка

4. Наносят удары молотком по натяжке до плотного соприкосновения склепываемых поверхностей.

5. Несколькими ударами молотка осаживают выступающий стержень, формируя замыкающую головку заклепки.

6. В такой же последовательности выполняют клепку остальных заклепок.

Для выполнения заклепочных швов заклепками с полукруглой головкой необходимо подготовить специальную поддержку и оправку по размеру применяемой заклепки с полукруглой головкой.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как готовят отверстия для склепывания деталей заклепками с потайными головками и круглыми головками?
2. Как выбрать длину заклепок с потайной и полукруглой головками?
3. В какой последовательности выполняют клепку заклепками с потайной головкой?
4. В какой последовательности выполняют клепку заклепками с полукруглой головкой?
5. Какие существуют способы клепки пустотелыми заклепками?
6. Какие требования безопасности труда надо соблюдать при клепке вручную?

ЛУЖЕНИЕ И ПАЙКА

Требования безопасности труда. При работе паяльной лампой надо соблюдать следующие правила техники безопасности.

1. Заправлять паяльную лампу следует в безопасном месте. Горючее заливают из посуды, имеющей тонкую сливную трубку, или через небольшую воронку.

Лампу заправляют только керосином не более $^3/_4$ объема резервуара.

Запрещается: пользоваться лампой, имеющей течь в резервуаре или в соединениях; заправлять лампу вблизи огня, а также при неостывшей горелке; наполнять бензином лампу, которая предназначена для керосина, что может привести к взрыву и пожару.

После окончания заправки необходимо плотно закрыть наливное отверстие резьбовой пробкой.

2. Разжигать можно только сухую лампу от пламени денатурата, который наливается в специальную чашечку лампы. Во избежание пожара перед лампой следует ставить металлический или кирпичный экран, так как при слабом нагреве головки при накачивании воздуха насосом керосин может быть выброшен длинной горящей струей.

При разжигании лампы запрещено: подавать керосин в горящую лампу; наливать денатурат сверх краев чашечки; чрезмерно накачивать воздух в резервуар; разжигать паяльную лампу от горна и других подобных источников огня; держать паяльную лампу вблизи открытого огня или у раскаленных предметов.

Засорившуюся форсунку прочищают иголкой. Для этого прикрывают вентиль и прочищают форсунку Если лампа потухнет, горелку зажигают от факела. Запрещается повышать давление в лампе для прочистки ее форсунки, так как в результате этого возможен взрыв. Расстояние от легковоспламеняющихся материалов при лужении и пайке должно быть не менее 5 м.

На случай пожара нужно иметь вблизи рабочего места сухой песок для тушения огня.

3. Гасить лампу после окончания работы можно только закрывая регулирующий вентиль до полного прекращения подачи горючего в горелку. Выпускать воздух из резервуара надо только спускным воздушным вентилем, после того как лампа погашена и горелка остыла.

При пользовании кислотами соблюдают следующие правила техники безопасности.

1. Соляную или серную кислоту надо хранить в стеклянных бутылях с притертыми пробками. Для защиты посуды от механических повреждений ее помещают в плетеные корзины с мягкой прокладкой.

2. Переносить бутыли с кислотой можно только с участием инструктора в исправных корзинах с ручками и только вдвоем.

3. До начала работы с кислотами или растворами следует проверить исправность вентиляционных устройств и деревянных решеток около ванн.

Работать без вентиляции запрещается.

4. Травильные растворы следует готовить в стойкой против действия соляной кислоты посуде (керамической, стеклянной, эбонитовой). Работать необходимо в защитных очках, резиновых перчатках и спецодежде. Кислоту следует вливать в воду тонкой струей, непрерывно помешивая раствор стеклянной палочкой.

Во избежание ожогов запрещается вливать воду в кислоту, так как произойдет бурная реакция с разбрызгиванием кислоты.

5. При составлении обезжиривающих растворов вводить каустик следует только в холодную воду. Класть каустик в горячую воду категорически запрещено. Дробление кусков каустика и составление обезжиривающих растворов производят только в защитных очках.

6. При работе у травильных или обезжиривающих ванн следует обязательно надевать очки и резиновые перчатки.

7. Погружать детали в раствор кислоты или щелочи следует мадленно, не допуская разбрызгивания раствора и попадания его иа тело работающего.

8. Детали из ванн необходимо выгружать только с помощью приспособлений или инструментов.

Рассмотрим правила техники безопасности при плавлении и разливе сплавов.

1. Оловянно-свинцовые сплавы необходимо расплавлять под вытяжным зонтом.

2. Во избежание ожогов от брызг расплавленного сплава приготовление и разливку следует производить в защитных очках и рукавицах.

3. Сплав необходимо заливать в сухие и подогретые формы.

4. Разливочные ложки, погружаемые в расплавленный сплав, должны быть сухими и предварительно подогретыми. Разливочная ложка должна иметь длинную рукоятку с деревянной ручкой, а для слива на ложке должен быть оттянутый желобок (носик).

При работе паяльником необходимо применять электропаяльники с деревянной рукояткой напряжением менее 36 В; наносить раствор флюса по шву, подлежащему паянию, кисточкой или помазком из пакли тонким слоем.

Для предупреждения пожара и ожогов нагретые паяльники надо укладывать на специальные металлические подставки.

Запрещается производство паяльных работ: на баках из-под керосина, бензина или лигроина без предварительной очистки, многодневной выдержки их заполненными водой и промывки; на оборудовании и изделиях, находящихся под давлением; вблизи легковоспламеняющихся материалов.

После работы с оловянно-свинцовыми сплавами и кислотами необходимо тщательно мыть руки.

Подготовка флюсов и припоев. В процессе выполнения работ по пайке и лужению приходится пользоваться нагревательными устройствами и применять различные флюсы и припои.

При пользовании нагревательными устройствами и приборами необходимо:

1. Применять в качестве топлива в кузнечном горне только древесный уголь, который при сгорании не вызывает дополнительного окисления металла.

2. Не допускать перегрева электропечей (для сохранения нагревательных элементов).

Выбор марки припоя. Припой является сплавом нескольких металлов, хорошо растекается по поверхности, надежно сцепляется с металлом и обладает сравнительно низкой температурой плавления.

Мягкие припои рекомендуется применять в следующих случаях:

ПОС-90	Для лужения и пайки посуды и тары в пищевой промышленности и медицинской аппаратуры
ПОС-40	Для лужения и пайки электроаппаратуры и деталей из оцинкованного железа с герметичным швом
ПОС-30	Для пайки цинка, оцинкованного железа, стали, латуни, меди и лужения подшипников
ПОС-10	Для лужеиия и пайки контактных поверхиостей электрических приборов, аппаратов и реле

Сокращение ПОС расшифровывается так: П — припой, ОС — оловянно-свинцовый. Число показывает содержание олова в процентах.

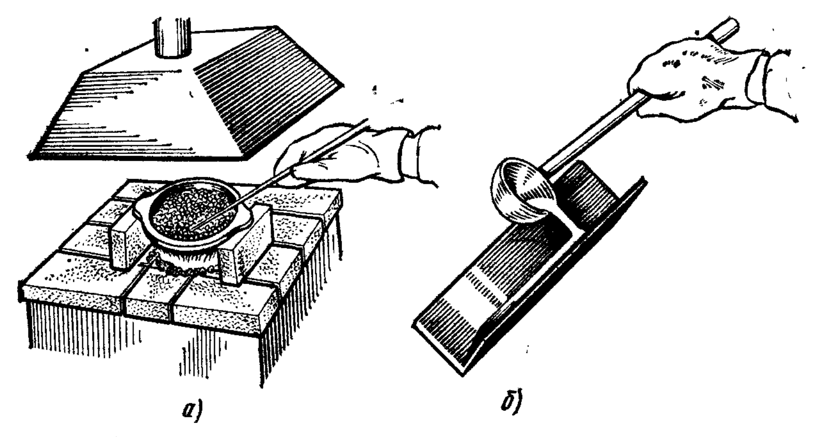


Рис. 261. Подготовка припоя:
а — расплавление припоя на горне; *б* — разлив припоя на прутки

Приготовление припоя. Широко распространенным мягким припоем является оловянно-свинцовый сплав ПОС-30. При необходимости заготовка и литье припоя производятся в отдельном помещении, оборудованном общей вентиляцией и местными вытяжками, защищающими рабочих от вредного действия паров и газов, выделяющихся во время работы.

1. Тигель или стальной ковш очищают от грязи и коррозии, прочно устанавливают на подставку в горне, оборудованном вытяжным зоитом (рис. 261, *а*).

2. Нагревая ковш, испаряют влагу, затем закладывают и расплавляют более тугоплавкий металл (свинец). После этого в расплавленный свинец вводят небольшими порциями олово до полного расплавления.

3. Для предохранения расплавлениого сплава от выгорания и окислеиия во время плавления на его поверхность насыпают истолченный древесный уголь.

4. Для получения однородной массы сплав перемешивают. Когда припой полностью расплавлен, с его поверхности удаляют шлак и разливают припой в формы.

5. При разливке в качестве формы обычно используют угловую сталь с чистой сухой поверхностью. Припой разливают прутками небольшого сечения длиной 300—500 мм (рис. 261, *б*). Во избежание ожогов брызгами расплавленного сплава разливка производится в защитных очках и рукавицах.

Твердые готовые припои рекомендуется применять в следующих случаях:

ПМЦ-36	Для пайки латуни, содержащей до 68 % меди
ПМЦ-48	Для пайки медных сплавов, содержащих свыше 68 % меди
ПМЦ-54	Для пайки меди, бронзы и стали
ПСр-72	Для пайки железоникелевого сплава; лужения и пайки меди, никеля, латуни и бронзы
ПСр-70	Для пайки титана и титановых сплавов с коррозионностойкой сталью
ПСр-25	Для пайки меди с бронзой, меди с медью, бронзы с бронзой

Сокращение ПМЦ расшифровывается так: П — припой, МЦ — медно-цинковый. Цифры обозначают содержание меди в процентах.

Сокращение ПСр означает припой серебряный, цифры — содержание серебра в процентах.

Выбор флюса. Флюс — вещество, которое вводится на поверхность металлов, подвергающихся пайке для удаления окислов и грязи, лучшего растекания припоя, для предохранения от дополнительного окисления во время пайки.

Пайку мягкими припоями делят на два вида: кислотную и бескислотную. При кислотной пайке и лужении деталей из латуни, меди, стали применяют хлористый цинк (травленая кислота), а при бескислотной пайке деталей из меди и латуни — канифоль или паяльный жир. При пайке твердыми припоями в качестве флюса применяют борнокислый натрий (буру) или борную кислоту.

Приготовление флюса. Все перечисленные флюсы, за исключением хлористого цинка, поступают в готовом для применения виде.

Хлористый цинк (травленая кислота) готовят из технической соляной кислоты и чистого металлического цинка в определенной пропорции (на одну часть цинка берут пять частей соляной кислоты).

Последовательность приготовления:

1. В чистую, удобную для работы фарфоровую или стеклянную посуду наливают соляную кислоту. (Во избежание ожогов работа производится в защитных очках и резиновых перчатках.)

2. Изрубленный на мелкие кусочки цинк осторожно опускают в кислоту. Эта работа выполняется под вытяжным зонтом с хорошей вентиляцией, так как при травлении цинка кислотой образуется химическая реакция с выделением вредных газов.

3. После окончания химического процесса флюс считается подготовленным.

Пайка мягкими припоями. Пайка — процесс жесткого соединения нескольких металлических деталей с помощью оловянно-свинцовых сплавов.

Пайка мягкими припоями используется главным образом для создания герметичного шва, соединения деталей, где не требуется большой механической прочности.

Рассмотрим последовательность выполнения приемов пайки мягкими припоями.

1. Поверхность детали очищают от грязи и ржавчины шабером, напильником или надфилем до металлического блеска. Шлифовальную шкурку применять нельзя, так как содержащийся в ней клей загрязняет поверхность для пайки.

2. Спаиваемые поверхности подгоняют до плотного соединения с помощью гибки, правки и опиливания.

3. Волосяной кисточкой наносят жидкий флюс, распределяя его на подготавливаемой к пайке поверхности тонким слоем (рис. 262). Наносить большое количество флюса не следует, так как при соприкосновении с горячим паяльником он разбрызгивается. Твердый флюс (канифоль) наносят на поверхность после предварительного подогрева места пайки паяльником путем растирания с одновременным его плавлением.

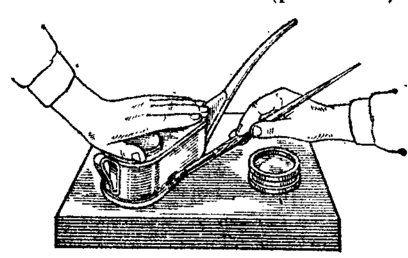


Рис. 262. Нанесение флюса на шов

Применяют два вида паяльников — обычные и электрические.

Стержень паяльника изготовляют из красной меди, обладающей большой теплопроводностью для передачи тепла детали, подлежащей пайке, с подогревом ее поверхности до температуры плавления припоя. Рабочая (клинообразная) часть паяльника должна быть чистой и иметь слегка притупленную вершину без заусенцев.

Заправка рабочей части производится плоским личным напильником, как показано иа рис. 263, *а*.

Обычный паяльник нагревают в основиом на газовой горелке, паяльной лампе, в кузнечном горие, в муфельной печи.

При нагревании паяльник располагают к пламени задней частью. Это положение способствует лучшему аккумулированию тепла массой паяльника и устраняет поджог рабочей части. Степень нагрева паяльника определяют по бледно-зеленому пламени, отходящему от него. Если паяльник нагрет докрасна, его надо снять, немного охладить и очистить рабочую часть паяльника от окалины напильником.

Более совершенной конструкцией являются электропаяльники, которые во время работы поддерживают постоянную температуру нагрева.

Рабочую часть паяльника погружают (на мгновение) в сосуд с хлористым цинком для очистки от окислов и окалины (рис. 263, *б*). Другой способ очистки и лужения рабочей части паяльника состоит в погружении в канифоль и растирании припоя на жале паяльника.

Очищенную рабочую часть вводят в соприкосновение с концом прутка припоя, забирая на жало паяльника две-три капли расплавленного припоя (рис. 263, *в*).

Жало вводят в кусок нашатыря, делая по нему горизонтальные движения до тех пор, пока конец паяльника не будет облужен. Этот слой полуды даст возможность сохранить на плоскости определенное количество припоя для пайки и защитит поверхность паяльника от окисления.

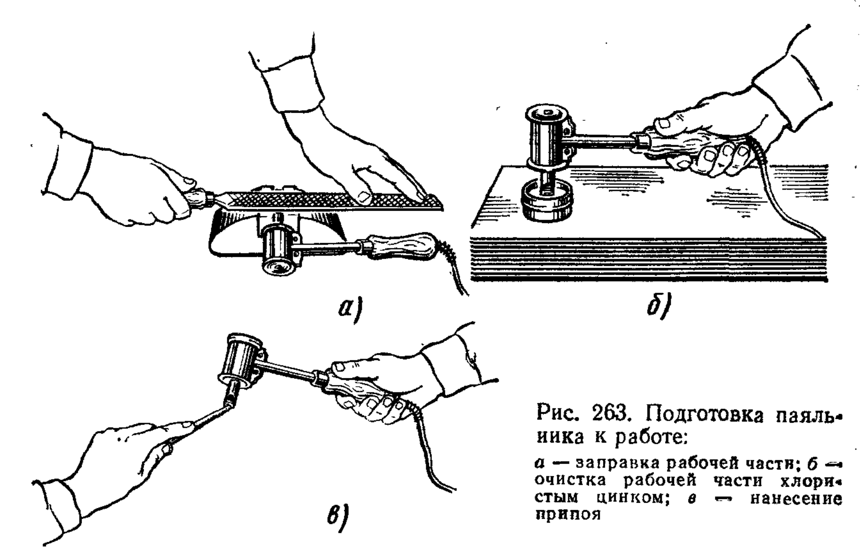


Рис. 263. Подготовка паяльника к работе:

а — заправка рабочей части; *б* — очистка рабочей части хлористым цинком; *в* — нанесение припоя

Для нагревания и при небольших перерывах в работе электропаяльник кладут на специальную подставку (рис. 264).

На облуженный паяльник забирают от прутка две-три капли припоя и подносят к месту пайки, покрытому флюсом. Деталь при

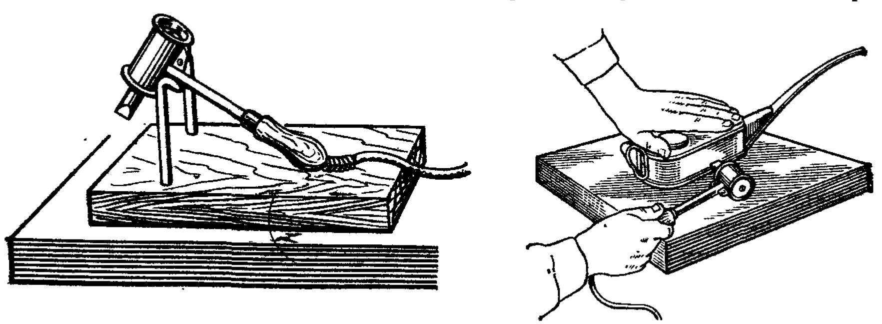


Рис. 264. Подставка для электропаяльника

Рис. 265. Прием пайки шва мягким припоем

этом должна быть расположена швом вверх. Как только место прикосновения прогреется и припой будет растекаться, медленно и равномерно перемещают паяльник без отрыва вдоль шва в одном направлении, давая возможность припою заполнить зазор (рис. 265).

Наносить припой надо тонким и равномерным слоем без пропуска. При остывании припой имеет чистую блестящую поверхность. На

слабо прогретую поверхность припой ложится комками и плохо связывается с поверхностью пайки. После окончания пайки выступающие приливы осторожно опиливают напильником, а поверхность шва зачищают шкуркой.

В процессе кислотной пайки на поверхность детали были нанесены флюсы, которые могут вызвать дополнительное окисление или коррозию. Для удаления остатка флюса всю поверхность детали промывают в теплой воде и просушивают.

Проверку качества пайки проводят по отсутствию пропусков раковин и на герметичность. Для этого в запаянный сосуд наливают воду и проверяют шов на водонепроницаемость.

Лужение металлических деталей. Процесс лужения состоит в покрытии поверхностей тонким слоем сплава, предохраняющего детали от окисления и коррозии. Этот слой сплава называется полудой. Для полуды подбирают соответствующий припой.

Поверхность детали готовят к лужению. Ее очищают от грязи и ржавчины механическим или химическим способом.

При механическом способе поверхность детали обрабатывают до чистого металлического блеска напильником, стальной или волосяными щетками со смоченным песком. Химическая чистка применяется как для обезжиривания, так и для очистки детали от окислов.

Обезжиривание проводится в водном растворе каустической соды (на литр воды берут 100 г соды) в такой последовательности:

1. Указанный раствор наливают в металлическую посуду и нагревают его до кипения.
2. В нагретый обезжиривающий раствор погружают деталь на 10—15 мин.
3. Вынимают деталь, промывают ее в теплой воде и просушивают.

Для проверки обезжиривания на поверхность детали наносят несколько капель чистой воды (если капли растекаются, то поверхность обезжирена).

Травление производят в водном растворе соляной кислоты (на 100 г кислоты берут 300 г воды).

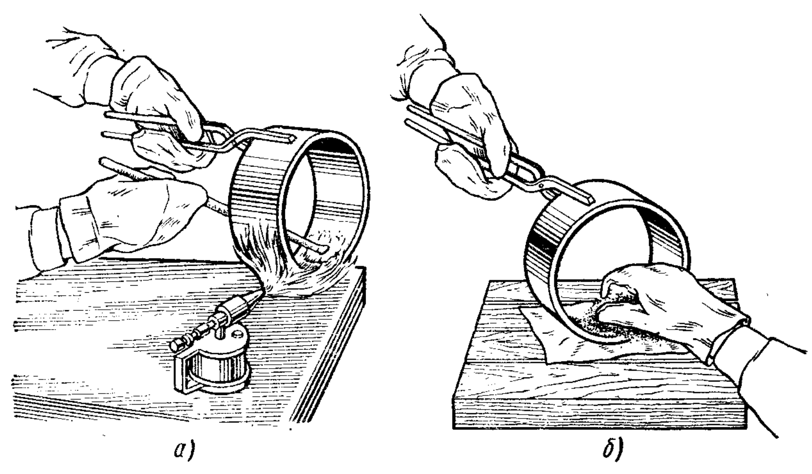
1. В чистую стеклянную, фарфоровую или эмалированную посуду наливают чистую воду, а затем тонкой струйкой, непрерывно помешивая палочкой, вливают кислоту.
2. Деталь погружают в кислотную ванну на 10—15 мин до полного очищения ее от грязи и коррозии.
3. Деталь вынимают из ванны, промывают в воде и просушивают.

Чтобы избежать ожогов от кислоты, работу по травлению необходимо производить в защитных очках и резиновых перчатках.

Рассмотрим приемы и способы лужения. Лужение путем нагревания изделий и распределение полуды растиранием производятся в следующем порядке.

1. На место, очищенное для лужения, помазком из пакли или волосяной кистью наносят слой хлористого цинка.
2. Поверхность лужения равномерно нагревают до температуры плавления полуды, наносимой от прутка (рис. 266, *а*).
3. Пучок пакли обсыпают порошкообразным нашатырем.

4. После нагрева детали разогретую поверхность растирают паклей, распределяя полуду тонким равномерным слоем (рис. 266, *б*). Затем нагревают и облуживают последующие участки.



а) б)

Рис. 266. Прием лужения методом растирания полуды:
а — нагрев детали; *б* — растирание полуды

5. После окончания лужения деталь промывают в воде и сушат в древесных опилках.

Лужение путем погружения изделий в расплавленную полуду (рис. 267) производят в следующей последовательности.

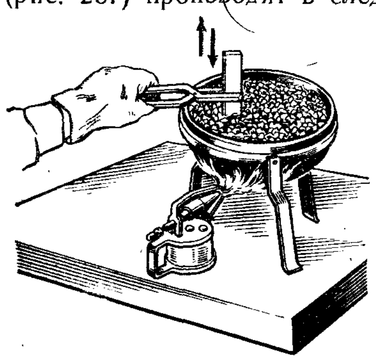


Рис. 267. Прием лужения методом погружения в расплавленную полуду

1. В пламя паяльной лампы на прочной подставке устанавливают чистую металлическую посуду, куда закладывают и где расплавляют полуду, насыпая на поверхность маленькие кусочки древесного угля (для устранения окисления полуды). Плавление полуды можно производить и в электротигле.

2. Очищенную деталь погружают в раствор хлористого цинка для нанесения на поверхность слоя флюса.

3. Медленно погружают деталь в расплавленную полуду (рис. 267). Как только вся поверхность детали будет погружена, ее задерживают в полуде до прогрева, затем вынимают из ванны и быстро встряхивают. Для снятия излишка и равномерного распределения полуды поверхность детали обтирают паклей, обсыпанной порошкообразным нашатырем.

После лужения деталь промывают в воде и сушат в древесных опилках.

Качество лужения проверяют внешним осмотром на равномерность распределения полуды и отсутствие непролуженных мест.

Пайку твердыми припоями применяют в тех случаях, когда надо получить прочный и теплоустойчивый шов.

Рассмотрим пример пайки твердым припоем пластинки твердого сплава на головке резца.

Сначала на обработанных плоскостях державки и пластинки с помощью шлифовального круга снимают небольшие фаски. При наложении пластинки в гнездо державки плоскости должны плотно соприкасаться. Затем между пластинкой и гнездом закладывают

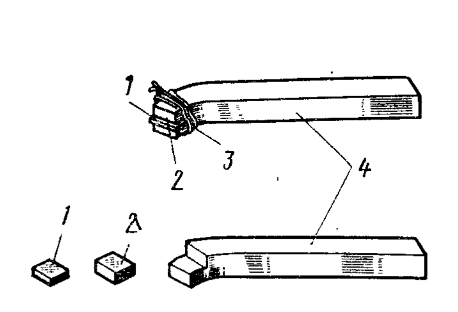


Рис. 268. Подготовка резца к пайке твердым припоем:
1 — пластинка красной меди; *2* — пластинка из твердого сплава; *3* — проволока; *4* — державка

Рис. 269. Прием пайки твердым припоем

тонкий листок припоя. Чтобы во время пайки не произошло смещения пластинки из гнезда державки, их связывают между собой проволокой (рис. 268).

В качестве нагревательных устройств при пайке твердыми припоями применяют кузнечный горн на древесном угле или электровысокочастотную установку. Для удержания изделия при нагревании применяют кузнечные клещи.

1. Для удержания флюса место пайки смачивают водой и накладывают буру, которая, расплавляясь, образует стекловидную массу, способствующую лучшему разливу припоя.

2. Клещами захватывают резец и нагревают место пайки до температуры плавления припоя.

Чтобы припой лучше заполнил площадь соединения, резец во время пайки надо наклонять или переворачивать. Пайку заканчивают, когда припой полностью зальет все места соединения. После этого резец необходимо вынуть и дать ему медленно остыть. Охлаждать резец в воде с напаянной пластинкой нельзя, так как это ослабит прочность соединения.

Находит применение другой способ пайки, когда подготовленную деталь нагревают и обсыпают бурой, затем опять нагревают и подводят к месту соединения конец медной или латунной проволоки,

которая, расплавляясь, заливает все зазоры (рис. 269). По мере охлаждения резца выступающие приливы опиливают напильником.

Качество пайки проверяют внешним осмотром мест соединения, обращая внимание на правильность положения соединенных пайкой деталей, отсутствие раковин и пропусков в местах соединения.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как подготовить изделие для пайки мягкими пряпоями?
2. Какие мягкие припои и флюсы применяют для пайки стальных деталей?
3. Как и чем выполняется пайка мягкими припоямн?
4. Как выполняется пайка твердыми прнпоями?
5. Что такое лужение и какими способами его выполняют?
6. Какие требования безопасности труда надо соблюдать при пайке мягкими и твердыми припоями?

РАЗМЕТКА КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ

Требования безопасности труда при разметке корпусных деталей аналогичны требованиям безопасности труда при разметке плоских поверхностей.

Уход за разметочным инструментом и приспособлениями. Поверхность разметочной плиты должна быть чистой и гладкой. Необходимо оберегать ее от царапин и забоин. Для уменьшения трения при перемещении по плите инструментов, приспособлений и заготовок поверхность натирают графитом. Штангенрейсмус, штангенциркуль, вертикальную линейку необходимо оберегать от механических повреждений, не допуская ударов о разметочную плиту. Прикладывать большие усилия при пользовании стопорными или зажимными винтами на инструментах не рекомендуется, так как это может привести к срыву резьбы.

После окончания работы необходимо следующее:

1. Протереть инструмент чистой тряпкой и смазать. Штангенрейсмус и вертикальную линейку протереть промасленной чистой тряпкой и уложить в футляры.

2. Разметочную плиту вытереть тряпкой, смоченной в керосине, смазать минеральным маслом и накрыть предохранительным деревянным щитом.

Подготовка заготовок к разметке. Прежде чем обработать поверхности, размещенные в разных плоскостях под различными углами друг к другу и связанные между собой определенным положением в пространстве, выполняют пространственную разметку. К пространственной разметке приступают после того, как проведут подготовительные работы.

1. Изучат чертеж, подготовленный к разметке заготовки, чтобы ясно представить пространственную форму заготовки и все места, подлежащие последующей обработке. Проверят заготовку по размерам, указанным в чертеже, по форме и припускам на обработку, по основным размерам.

2. Проверят пригодность заготовки, на которой не должно быть раковин, пузырей, трещин, перекосов, отколов (от удара молотком заготовка не должна издавать дребезжащий звук, так как это говорит о том, что в ней имеется трещина). Все поверхности заготовки должны быть очищены от грязи, окалины и остатков формовочной смеси.

3. Выберут базу для разметки, чтобы разметка была точной, все размеры следует откладывать только от разметочных баз. При выборе баз необходимо руководствоваться следующими правилами: если заготовка имеет обработанную поверхность, от которой исходят все размеры на чертеже, то за базу принимают эту поверхность; если заготовка имеет бобышки, приливы или литые отверстия, то за базу разметки принимают центровые или осевые линии, от которых исходят остальные размеры; при выборе базы разметки необходимо учитывать перекосы, смещения, а у некоторых деталей — толщину стенок.

4. Подготовят приспособления (рис. 270), необходимые для установки и выверки деталей.

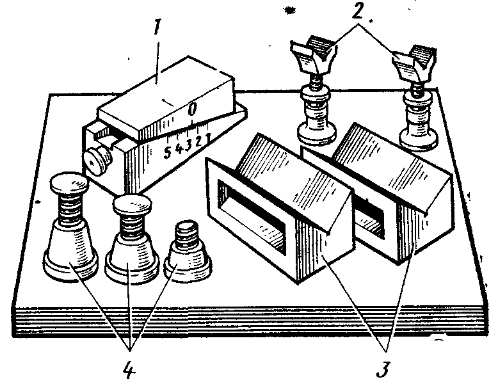


Рис. 270. Приспособления, применяемые при разметке:

1 — регулируемый клин; *2* — призматические домкраты; *3* — призмы; *4* — домкратики

5. Окрасят поверхности, на которые будут наноситься разметочные риски. При выполнении этого упражнения краситель наносят на торцовые (круглые) плоскости *В* и боковые плоскости основания подшипника по всему периметру (рис. 271, *а*).

6. Установят размечаемую деталь на плоскость разметочной плиты.

Для выработки первичных навыков по установке и выверке детали на разметочной плите предусмотрены три учебных задания.

Учебное задание 1 заключается в отработке приема установки и выверки заготовки на домкратиках.

Объектом работы является корпус подшипника (рис. 271, *а*) базой разметки — ось цилиндрической части подшипника.

Последовательность установки и выверки состоит в следующем.

1. Вырезают и подгоняют два деревянных бруска по отверстиям детали.

2. В центральной части каждого бруска набивают металлические пластинки для нанесения на них центровых точек.

3. Деревянные бруски забивают в отверстие (спереди и сзади) так, чтобы они не выступали за торцовую плоскость.

4. Угольником центроискателя находят центры окружностей (с обеих сторон заготовки) и накернивают центровые точки.

5. Заготовку устанавливают на плоскости разметочной плиты на трех или четырех домкратиках.

6. Выверяют положение заготовки на плите, вращая винты домкратиков и добиваясь равенства расстояния *А* от плоскости плиты до центровых точек отверстий и расстояния *Б* от плоскости плиты до верхней кромки плоского основания, выверяют расстояние *Б* по периметру основания подшипника (рис. 271, *а*). Точность установки по центру проверяют рейсмусом по размеру *А* с двух сторон заготовки и по положению основания подшипника от плиты по размеру *Б* с четырех сторон.

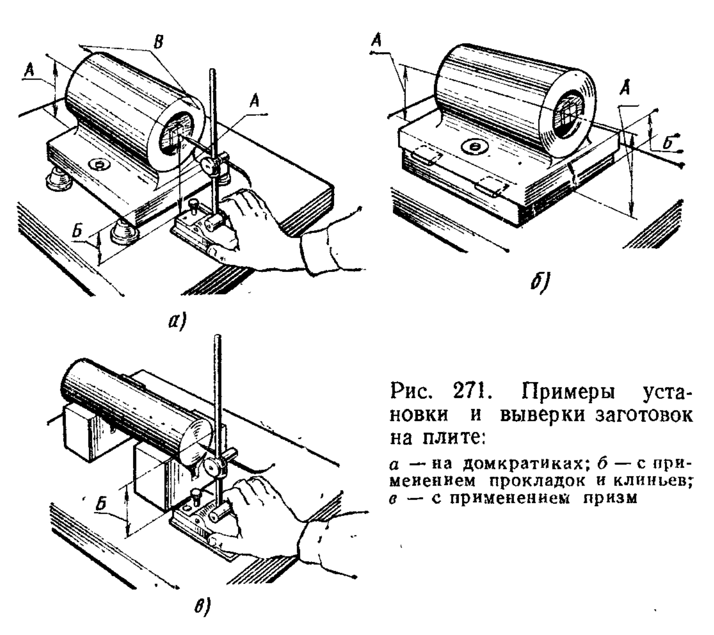


Рис. 271. Примеры установки и выверки заготовок на плите:
а — на домкратиках; *б* — с применением прокладок и клиньев; *в* — с применением призм

Учебное задание 2 заключается в отработке приема установки и выверки заготовки на разметочной плите с помощью подкладок и клиньев. Это задание выполняют на корпусе подшипника (рис. 271, *б*).

1. Подшипник устанавливают плоским основанием на металлическую подкладку, чтобы не повредить поверхность разметочной плиты. Подкладка должна иметь две параллельные плоскости — опорную и установочную.

2. Рейсмусом проверяют расстояние *А* до центровых точек и расстояние *Б* до плиты. Если имеется перекос, положение подшипника выверяют тонкими подкладками или клиньями, установленными между основанием подшипника и толстой подкладкой.

Учебное задание 3 состоит в установке и выверке заготовок с применением призм. Призмы используют для установки и выверки заготовок, имеющих цилиндрическую форму.

1. Угольником центроискателя на торцовые плоскости валика наносят центровые точки, которые принимают за базу.

2. На разметочную плиту в зависимости от длины валика устанавливают одну или две одинаковые призмы, в выемки которых укладывают валик (рис. 271, *в*).

3. Рейсмусом проверяют горизонтальность положения оси валика относительно плоскости плиты по размеру *Б*.

В том случае, если расстояние между центровыми точками и плитой будет неодинаковым, положение призмы регулируют подкладками из тонких полосок стали, укладываемых между призмой и валиком. Для выверки лучше пользоваться призматическими домкратиками.

Нанесение вертикальных рисок чертилкой по угольнику с пяткой. Вертикальные риски без перекантовки детали наносят чертилкой по

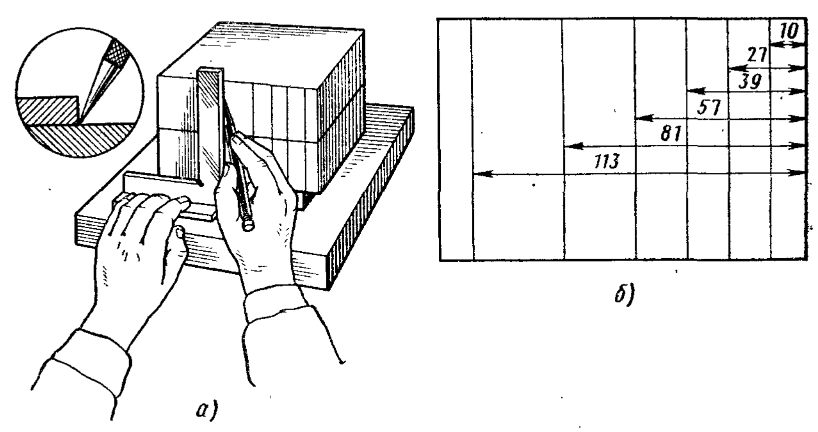


Рис. 272. Нанесение вертикальных рисок чертилкой и угольником с пяткой:
а — прием разметки; *б* — сетка

угольнику с пяткой. Плоскость разметочной плиты в этом случае используют как первичную базу для разметки.

Учебное задание состоит в нанесении вертикальных рисок чертилкой по угольнику с пяткой на чугунном кубике (рис. 272).

1. Окрашенную заготовку на плоскость плиты устанавливают с подкладкой. Размер подкладки должен быть таким, чтобы выступающая часть пятки угольника входила под заготовку, а широкая его плоскость плотно прилегала к размечаемой плоскости.

2. Горизонтальность положения заготовки выверяют рейсмусом по всему периметру, а вертикальность — угольником. Перекос устраняют с помощью подкладок или клиньев.

3. Рейсмусом наносят произвольную горизонтальную риску на плоскости заготовки, на которой делают метки, откладывая заданные размеры между вертикальными рисками (рис. 272, *б*).

4. Широкую плоскость угольника прикладывают к размечаемой поверхности так, чтобы метка точно совпала с рабочей кромкой угольника, а затем чертилкой проводят через метку вертикальную риску.

5. Повторяя этот прием, наносят риски на других поверхностях. Во время работы надо следить за устойчивым положением заготовки, угольника на плите и острия чертилки у ребра угольника (рис. 272, *а*).

Разметка деталей рейсмусом и штангенрейсмусом. При пространственной разметке широко пользуются рейсмусом. Им наносят горизонтальные, а после перекантовки детали и вертикальные риски, рейсмусом проверяют правильность установки детали на плите. За базу отсчета размеров при разметке деталей рейсмусом берут плоскость разметочной плиты, основание или горизонтально обработанную плоскость, ось симметрии, центры отверстий.

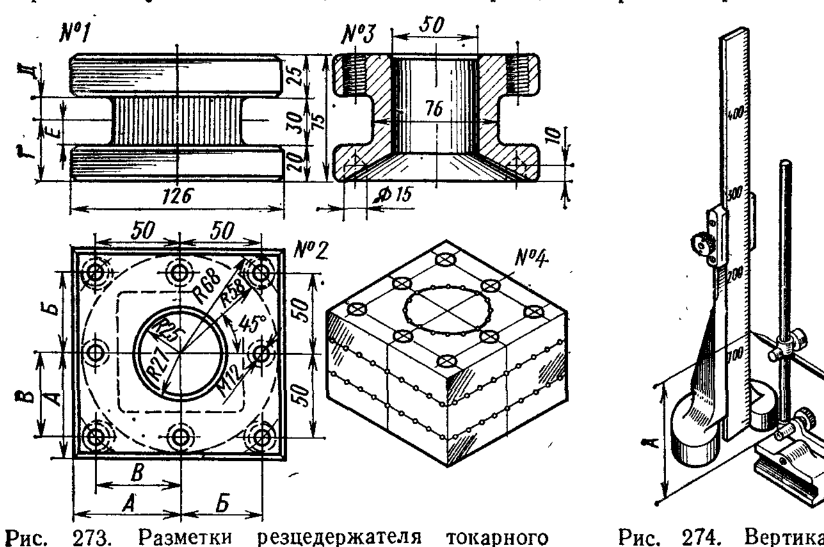


Рис. 273. Разметки резцедержателя токарного станка

Рис. 274. Вертикальная измерительная линейка

Последовательность разметки состоит в следующем.

1. Изучают чертеж (рис. 273). Базой для разметки служит основание разметочной плиты.

2. Проверяют годность заготовки по размерам и точность обработки поверхностей под угольник и линейку.

3. Заготовку окрашивают раствором медного купороса или разметочным лаком.

4. На разметочную плиту устанавливают заготовку и проверяют положение ее плоскостей относительно плоскости плиты (горизонтальное положение — реймусом, а вертикальное — угольником).

5. Рейсмус подготовляют к работе. Для этого все части рейсмуса очищают чистой тряпкой от пыли и грязи, особое внимание обращают на опорную плоскость, проверяют правильность и остроту заточки разметочной иглы. Иглу рейсмуса устанавливают на заданный размер в два приема:

предварительно устанавливают чертилку на размер по вертикальной линейке, перемещая хомутик по стойке рейсмуса и закрепляя его стяжным винтом; для уменьшения вибрации чертилку выдвигают на наименьшее расстояние с учетом конфигурации размечаемой заготовки;

затем окончательно устанавливают иглу, вращая установочный винт, расположенный на основании рейсмуса, до тех пор, пока острие иглы точно не совпадет с делением требуемого размера по вертикальной линейке (рис. 274); при этом игла рейсмуса должна находиться примерно в горизонтальном положении.

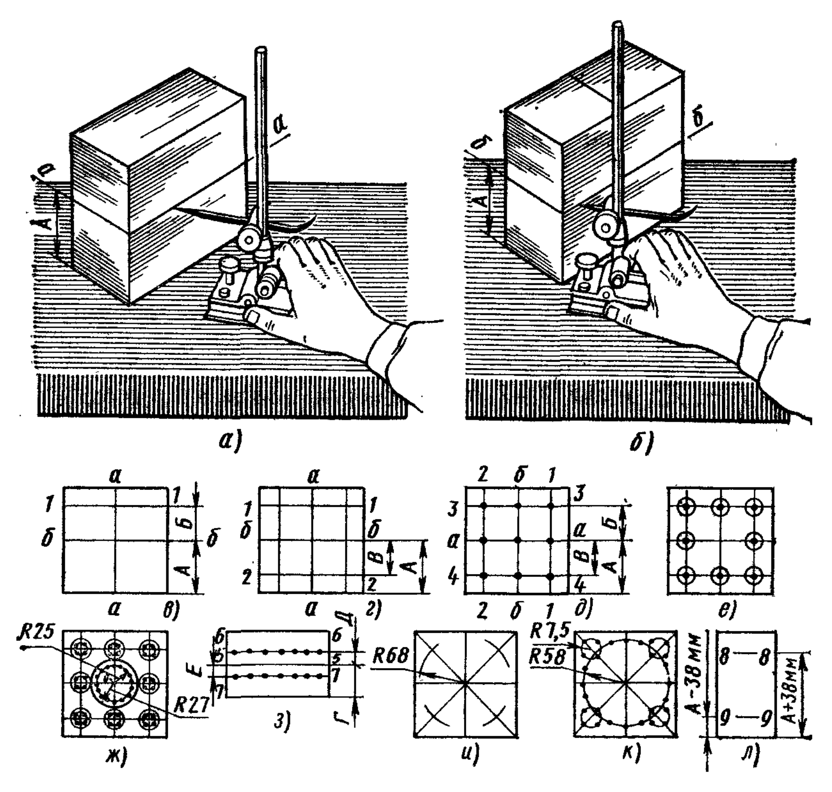


Рис. 275. Последовательность разметки резцедержателя токарного станка

6. Наносят центровые линии, для чего устанавливают иглу рейсмуса по вертикальной линейке точно на размер *А*, равный половине высоты заготовки (рис. 275, *а*). Равномерным движением перемещают рейсмус вдоль размечаемой плоскости, прочерчивая острием иглы со всех сторон заготовки горизонтальную риску *а*. При прочерчивании рисок игла рейсмуса должна располагаться наклонно к направлению риски. Заготовку поворачивают на угол 90° так, чтобы размеченная риска *а* приняла вертикальное положение. Затем иглой рейсмуса, установленной на размер *А*, прочерчивают со всех сторон заготовки риски *б* (рис. 275, *б*).

7. Не изменяя положение детали, выполняют следующую разметку:

устанавливают иглу рейсмуса по вертикальной линейке на размер $А + Б$ и наносят иглой рейсмуса риску *1—1* (рис. 275, *в*);

вычитают из размера *А* размер *В*, устанавливают иглу рейсмуса на полученный размер и проводят вторую риску *2—2* (рис. 275, *г*).

8. Переворачивают заготовку относительно центровой линии на угол 90° (первое положение детали). Последовательно наносят риски *3—3* на размер от основания плиты $А + Б$ и риски *4—4* на размер $А — В$. Нанесенные риски при перекрещивании образуют центры отверстий под резьбу М12 (рис. 275, *д*).

9. Устанавливают заготовку размечаемой плоскостью вверх, накернивают все центровые точки.

10. Выбирают по таблице диаметр отверстий под резьбу М12 и циркулем проводят контрольные окружности диаметром больше выбранного на 2 мм (рис. 275, *е*).

11. Из центра *О* проводят окружность $R = 25$ мм и контрольную окружность $R = 27$ мм с накерниванием основных рисок окружностей (рис. 275, *ж*).

12. Последовательно наносят иглой рейсмуса горизонтальные риски по размерам чертежа на четырех боковых плоскостях заготовки (рис. 275, *з*); осевые риски *5—5*; риски *6—6* от плоскости плиты на размер $Г + Д$; риски *7—7* от плоскости плиты на размер $Г — Е$.

13. Накернивают риски разметки по всему контуру.

14. Устанавливают заготовку второй широкой плоскостью вверх и выполняют разметку по эскизам центров глухих отверстий ⌀ 15 (см. эск. № 3, рис. 273), для чего наносят две диагональные риски с угла на угол, а затем радиусом $R = 68$ мм из точки *О* делают на них насечки. Места пересечения будут центровыми точками отверстий (рис. 275, *и*). Затем из размеченных центров наносят окружности радиусом $R = 7{,}5$ мм и из центра *О* радиусом $R = 58$ мм (рис. 275, *к*).

15. Накернивают основные риски окружностей.

16. Размечают глубину выемки для установки резцов. Для этого устанавливают заготовку в первое положение, последовательно наносят риски *8—8* на размер $А + 38$ мм и риску *9—9* на размер $А — 38$ мм со всех сторон заготовки (рис. 275, *л*).

При разметке серии деталей для экономии времени и обеспечения точности применяют многоигольчатые (рис. 276, *а*) и комбинированные (рис. 276, *б*) рейсмусы. В этом случае иглу каждого рейсмуса точно устанавливают на заданный размер (рис. 276, *в*). Качество разметки проверяют штангенциркулем по всем размерам, указанным в чертеже.

Более совершенным разметочным инструментом является штангенрейсмус, которым можно наносить горизонтальные, а после перекантовки детали вертикальные риски и определять вертикальные размеры с точностью до 0,02—0,05 мм (в зависимости от точности рейсмуса). Разметочные работы штангенрейсмусом выполняются только на обработанных поверхностях.

Прежде чем приступить к разметке, необходимо: ознакомиться с устройством штангенрейсмуса и техникой отсчета размеров по штанге и нониусу, проверить исправность штангенрейсмуса, изучить чертеж, проверить размеры заготовки, определить базу для разметки.

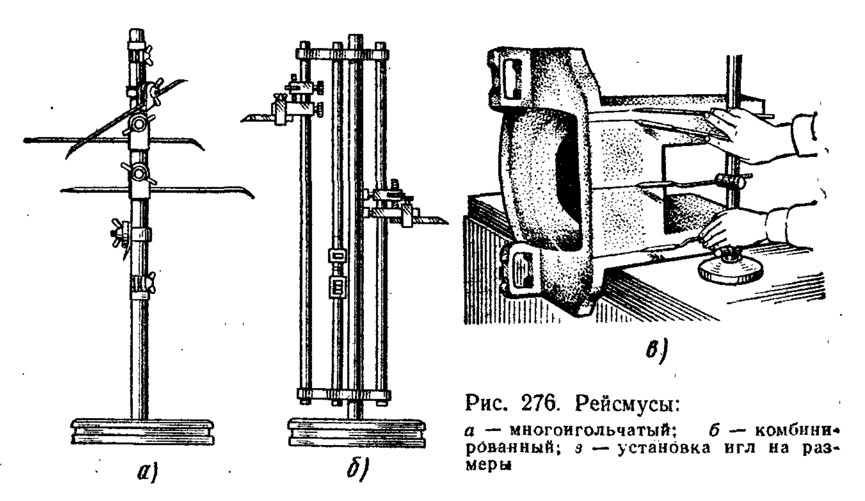


Рис. 276. Рейсмусы:

а — многоигольчатый; *б* — комбинированный; *в* — установка игл на размеры

Так как у заготовки все поверхности обработаны точно, то за базу можно принять любую поверхность, окрасить все поверхности заготовки раствором медного купороса или разметочным лаком и установить заготовки на разметочную плиту.

1. Штангенрейсмус устанавливают на размер *а* (рис. 277).

2. Правой рукой охватывают основание штангенрейсмуса, перемещают его вдоль поверхностей заготовки, прочерчивая острием ножки осевую горизонтальную риску *А*. При этом нельзя допускать слабого нажима на основание штангенрейсмуса, иначе он будет наклоняться на разметочной плите и влиять на точность разметки. При проведении риски острие ножки надо располагать под углом к направлению риски с равномерным нажимом на всей ее длине.

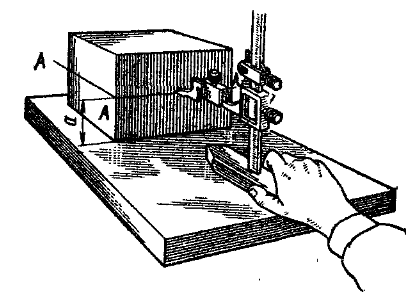


Рис. 277. Нанесение рисок штангенрейсмусом

Разметка деталей без перекантовки. Характерной деталью для разметки без перекантовки является корпус подшипника, на котором весь процесс разметки выполняется с одной установки. Для разметки берется деталь, подготовленная ранее при выполнении упражнения (см. рис. 271, *а*). Прежде чем приступить к разметке, изучают приемы работы вертикальной сдвоенной измерительной линейкой (рис. 278). При выполнении разметочных работ эту линейку используют для

откладывания на заготовках вертикальных размеров, а также для их точного складывания и вычитания.

Она состоит из двух измерительных линеек. Неподвижная линейка *1* укреплена на основании так, что ее нулевое деление точно совпадает с поверхностью разметочной плиты. Подвижная линейка *2* передвигается по боковой грани неподвижной линейки по всей ее длине. На неподвижной линейке имеется движок *Д* с тонкой чертой, который может перемещаться по всей длине линейки; он предназначен для фиксации начального исходного размера от плоскости плиты до базы разметки.

Рис. 278. Отсчет размеров по вертикальной сдвоенной линейке:

а — при сложении размеров; *б* — при вычитании размеров

Установку неподвижной линейки на размер против черты движка выполняют в два приема.

1. Предварительно устанавливают на размер и закрепляют винтом *В* подвижную линейку.

2. Микрометрическим винтом *М* точно устанавливается необходимое деление подвижной линейки и окончательно закрепляется винтом $В_1$.

Прием установки и пользования вертикальной линейкой на сложение размеров (рис. 278, *а*) заключается в следующем.

1. Иглу рейсмуса устанавливают в центр заготовки и определяют размер *А* (рис. 279, *а*) от поверхности плиты на неподвижной линейке.

2. Движок *Д* передвигают так, чтобы его черта точно совпала с установленным размером *А*.

3. Точно под черту движка подводят нулевое деление подвижной линейки.

4. Отсчитав по подвижной линейке размер *Б* и установив на этот же размер иглу рейсмуса, получают сложение размеров *А* + *Б* (рис. 279, *а*) без дополнительных расчетов.

Прием установки и пользования вертикальной линейкой на вычитание размеров (рис. 278, *б*) заключается в следующем.

1. Черту движка устанавливают на неподвижной линейке по размеру *А*.

2. К черте движка *Д* передвигают деление подвижной линейки, соответствующее размеру *Б*, и тогда нулевое деление подвижной линейки укажет на шкале неподвижной линейки разность в размерах *А* — *Б*.

Рассмотрим последовательность разметки корпуса подшипника по чертежу.

1. На двух торцовых поверхностях наносят по две окружности: одну радиусом *R* и другую (контрольную) радиусом $R_1 = R + 1$ мм (рис. 279, *б*).

2. С помощью чертилки и угольника через центры отверстий проводят вертикальные риски *1* (рис. 279, *в*).

3. Иглу рейсмуса устанавливают на размер по вертикальной линейке и на четырех боковых поверхностях основания подшипника наносят риску на размер *Д* = *А* — *Е* (рис. 279, *г*).

4. Накернивают основные риски разметки.

Качество разметки проверяют по четкости выполнения рисок и соответствию размеров данным чертежа.

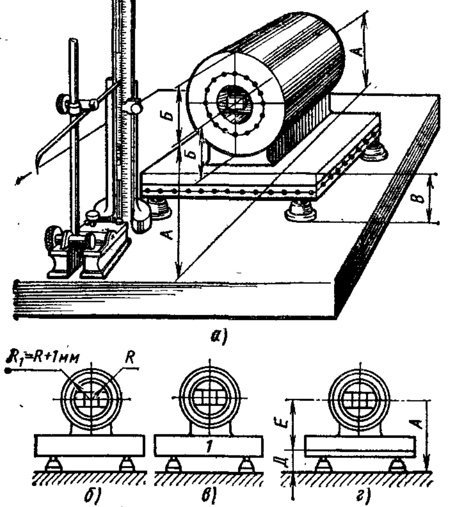


Рис. 279. Разметка корпуса подшипника без перекантовки:

а — установка корпуса на плите; *б*—*г* — последовательность разметки

Кроме отдельных объектов, разметку выполняют одновременно на партии деталей (рис. 280).

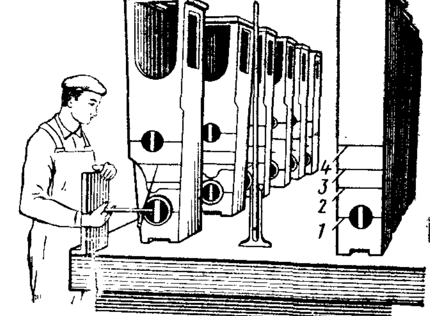


Рис. 280. Разметка партии корпусных деталей одним рейсмусом

Учебное задание содержит разметку партии корпусных деталей одним рейсмусом.

1. Корпусные детали устанавливают на разметочной плите на определенном расстоянии друг от друга, чтобы можно вести разметку рейсмусом каждой детали.

2. Иглу рейсмуса устанавливают на определенный размер по чертежу для нанесения риски *1*.

3. По установленному размеру последовательно на всех деталях наносят горизонтальные риски *1*.

4. Иглу рейсмуса устанавливают на размер для нанесения рисок *2* и последовательно наносят их на всех деталях.

5. В таком же порядке и последовательности выполняют нанесение горизонтальных рисок *3*, *4*.

6. Вертикальные риски наносят с помощью угловой приставки.

Выполняя разметку, периодически проверяют чертилку на установленный размер.

Разметка деталей с перекантовкой. Для получения первичного навыка в пространственной разметке с перекантовкой используют пустотелые детали, например, патрубки, корпуса коробок подач, коробок скоростей, фартуки токарных станков и др.

В этом упражнении рассматривается пример разметки фланцев на патрубке, фланцы на котором расположены в различных плоскостях. Желательно, чтобы плоскости фланцев были предварительно обработаны.

1. Изучают чертеж, определяют соответствие заготовки размерам на чертеже. За базу принимают внутренние отверстия.
2. В каждое отверстие устанавливают бруски.

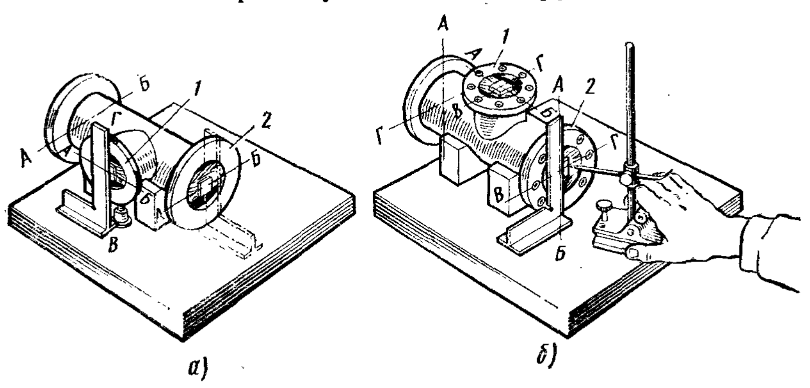


Рис. 281. Разметка патрубка с перекантовкой: *а* — первое положение; *б* — второе положение

3. Поверхности фланцев окрашивают раствором купороса или покрывают лаком.

Установка и выверка патрубка на разметочной плите (первое положение) заключаются в следующем.

1. Патрубок устанавливают на две призмы, чтобы средний фланец опирался на домкратик (рис. 281, *а*).
2. Выверяют положение детали на разметочной плите. Для этого:

а) с помощью клиньев и подкладок добиваются горизонтального положения отверстия по отношению к плите; проверку ведут рейсмусом по верхней или нижней кромке отверстия;

б) таким же способом устанавливают в горизонтальное положение отверстие среднего *1* фланца;

в) окончательно проверяют рейсмусом горизонтальность отверстий по всем фланцам;

г) угольником с пяткой проверяют перпендикулярность всех плоскостей фланцев плоскости разметочной плиты.

Разметка и нанесение рисок при первом положении заключается в следующем.

1. Измеряют диаметр отверстия фланца *2* штангенциркулем.
2. Вертикальной сдвоенной линейкой, исходя из диаметра отверстия, определяют вертикальный размер до центровой риски.

3. Наносят этим размером риски *А — Б* на всех поверхностях фланцев.
4. На горизонтальной риске среднего фланца размечают циркулем центровую точку.
5. Через центровую точку проводят угольником вертикальную риску *В — Г*.

Установка и выверка детали после перекантовки (второе положение) состоят в следующем.

1. Разворачивают (перекантовывают) деталь на угол 90° (рис. 281, *б*).
2. Выверяют положение детали на плите. Для этого:

а) прикладывают угольник к плоскости фланца, чтобы ранее нанесенная риска *А — Б* была расположена перпендикулярно плоскости плиты по угольнику;

б) повторяют прием проверки горизонтальности положения отверстия на плите рейсмусом.

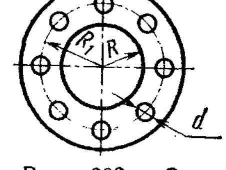


Рис. 282. Эскиз разметки отверстий на фланце

Разметка и нанесение рисок во втором положении осуществляются следующим образом.

1. Исходя из диаметра отверстия, определяют по вертикальной линии размер до центровой риски.
2. На плоскостях двух фланцев проводят взаимно перпендикулярные риски, где точки пересечения будут центрами отверстий.
3. Накернивают центры отверстий.
4. Циркулем проверяют правильность расположения центровых точек по отношению к кромкам отверстия.
5. Радиусом R_1 проводят окружности на плоскостях каждого фланца (рис. 282).
6. С помощью таблицы хорд или геометрическим способом окружность делят на заданное число частей.
7. Накернивают центры отверстий под болтовое соединение.
8. Проводят две окружности для отверстий: одну радиусом $R_2 = d/2$ и другую (контрольную) радиусом $R_2 + 1$ мм.
9. Накернивают риски основных окружностей.

Разметка деталей с помощью разметочного ящика. Для облегчения процесса пространственной разметки деталей, сложных по форме, применяют специальные ящики. Эти ящики изготовляют из чугуна с точно и чисто обработанными поверхностями, сопряженными между собой под углами 90°.

На одной из плоскостей ящика устанавливают и закрепляют деталь так, чтобы, не изменяя ее положения на ящике, их можно было кантовать, и деталь при этом будет занимать нужное положение без дополнительной выверки.

Рассмотрим пример разметки рычага, для которой необходимо следующее.

1. Изучить чертеж рычага. Базой для разметки будет ось симметрии, на которой расположен главный размер, определяющий расстояние между центрами отверстий двух приливов.

2. Проверить пригодность заготовки для разметки по размерам и покрасить поверхности, на которых будет выполняться разметка заготовок меловым раствором.

3. Очистить поверхность разметочной плиты и все плоскости ящика от пыли и грязи.

4. Строго вертикально, плавно наложить ящик одной плоскостью на разметочную плиту так, чтобы две плоскости (ящика и плиты) пришли в соприкосновение одновременно, иначе на них можно сделать забоины.

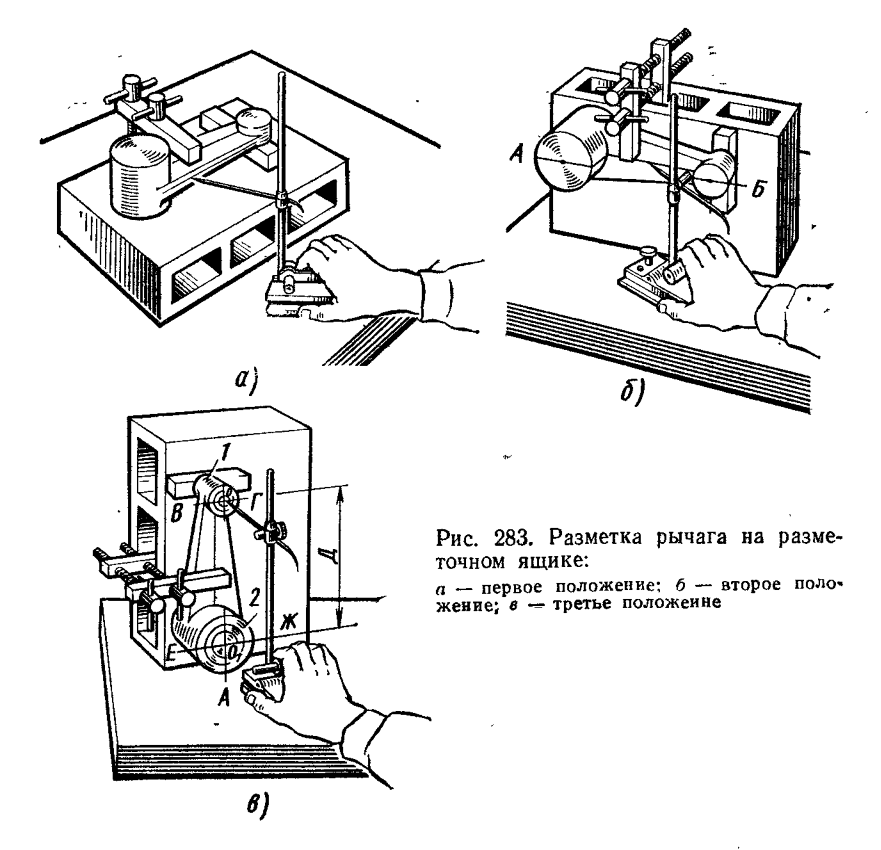


Рис. 283. Разметка рычага на разметочном ящике:

а — первое положение; *б* — второе положение; *в* — третье положение

5. Угольником центроискателя предварительно определить на бобышках центровые отверстия.

6. Установить рычаг на верхнюю плоскость ящика, предварительно укрепив его струбциной, затем с помощью подкладок добиться параллельности между нижней плоскостью рычага и плоскостью разметочного ящика (рис. 283, *а*). Точность установки проверяется рейсмусом.

7. Перекантовать ящик на угол 90° (рис. 283, *б*) и по нанесенным на приливах центровым точкам проверить рейсмусом горизонтальность положения рычага.

8. Окончательно укрепить рычаг на ящике струбциной с проверкой установки его на параллельность плите и плоскости ящика.

9. Нанести горизонтальную риску *А — Б*.

10. Перекантовать ящик в третье положение (рис. 283, *в*).

11. Проверить циркулем положение ранее нанесенного центра *О* на бобышке *1* и провести риску *В — Г*.

12. Установить рейсмус по вертикально сдвоенной линейке и отложить метку на бобышке *2* от центра *О* бобышки *1* на размер *Д*.

13. Нанести на второй бобышке взаимно перпендикулярную через метку размера *Д* риску *Е — Ж*, перпендикулярную риске *А — Б*, место пересечения определит центр отверстия O_1 бобышки *2*.

14. Из центров отверстий *О* и O_1 провести по две окружности: одну из них по размерам, указанным в чертеже, а другую (контрольную) с радиусом, увеличенным на 1 мм. Накернить риски основных окружностей.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется базой разметки и по каким условиям ее определяют?
2. С помощью каких приспособлений и инструментов выверяют положение детали на разметочной плите?
3. Как найти центр отверстия в полой детали?
4. Какими инструментами можно наносить вертикальные и горизонтальные риски?
5. Как выполняется разметка партии одинаковых деталей?
6. В каких случаях выполняют разметку заготовки с ее перекантовкой?
7. В чем разница между рейсмусом и штангенрейсмусом?

ПРИЛОЖЕНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ ИНСТРУМЕНТОВ, ПРИСПОСОБЛЕНИЙ И МАТЕРИАЛОВ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ УПРАЖНЕНИЙ ПО ТЕМАМ (НАЗВАНИЯ ТЕМ СОВПАДАЮТ С НАЗВАНИЯМИ РАЗДЕЛОВ КНИГИ)

Разметка плоских поверхностей

Разметочная плита.
Измерительная линейка.
Разметочный циркуль.
Угольник:
  плоский,
  с широким основанием (аншлажный),
  центроискатель.
Чертилка.
Молоток массой 200 г.
Кернер:
  обыкновенный,
  электрический,
  пружинный.
Шаблон для проверки угла заточки кернера.
Стальная щетка.
Кисть.
Сосуд с растворами:
  купороса,
  меловым.
Стальные пластинки для разметки.
Кровельное железо для разметки развертки куба и цилиндра.
Заготовка для гаечного ключа.
Шлифовальная шкурка 50×50 мм.

Рубка

Молоток массой 600 г.
Тренировочное приспособление для развития меткости ударов.
Чекан.

Зубило.
Крейцмесель.
Струбцины.
Плита для рубки.
Шаблон:
соединительной обоймы ручной,
слесарной ножовки,
для проверки угла заточки зубила,
крейцмеселя и канавочника.
Резиновая шайба.
Чугунная плита.
Листовая сталь для заготовок.
Канавочник.

Правка и гибка

Слесарный молоток массой 500 г:
с круглым бойком,
с квадратным бойком.
Молоток:
со вставными бойками,
деревянный (киянка),
для рихтовки деталей.
Плитка для правки.
Призма.
Зубило.
Измерительная линейка.
Плоский угольник.
Чертилка.
Щуп.
Шаблон.
Оправки:
плоские,
круглые.
Брусок — гладилка.
Приспособление для гибки полосы на ребро.
Ручной пресс.
Ручной трубогибочный станок.
Металлическая коробка для плавления канифоли.
Деревянные нагубники (прокладки).
Мел кусковой.
Речной песок мелкий.

Резка

Ручная слесарная ножовка.
Ручные ножницы:
для прямолинейного резания,
для криволинейного резания,
рычажные.
Острогубцы.
Труборез.
Угольник с широким основанием.
Измерительная линейка.
Чертилка.
Разметочный циркуль.
Шаблоны.
Прокладки для зажима труб в тисках.
Сосуд с вареным маслом.

Кисточка.
Обрезки кровельной, листовой, полосовой, квадратной, круглой, угловой стали и труб.
Деревянный брусок.

Опиливание поверхностей

А. Плоских.
Плоский напильник длиной 250 мм:
личной,
драчевой.
Трехгранный напильник личной длиной 160—200 мм.
Кронциркуль.
Линейка:
измерительная,
проверочная.
Чертилка.
Плоский угольник.
Стальная щетка.
Молоток массой 400 г.
Ручная слесарная ножовка.
Простой угломер.
Угловой шаблон.
Накладные губки из мягкого металла.
Деревянная дощечка для крепления тонких изделий.
Набор деталей для наружных, внутренних и глубинных измерений штангенциркулем.
Деревянные бруски 80×50×80 мм.
Полосовая сталь 80×50×5 мм.
Б. Криволинейных.
Плоский напильник личной и драчевой.
Круглый напильник личной и драчевой.
Полукруглый напильник личной и драчевой.
трехгранный напильник личной и драчевой.
Квадратный напильник личной и драчевой.
Кордная щетка для очистки напильников.
Чертилка.
Разметочный циркуль.
Линейка:
измерительная,
поверочная.
Поверочный угольник 90° с широким основанием.
Штангенциркуль.
Отвертка.
Молоток.
Кернер.
Слесарная ножовка.
Шаблоны:
для проверки профиля детали,
для опиливания,

для разметки.
Кондукторы для опиливания.
Радиусомеры.
Накладные губки для тисков.

Сверление, зенкерование, зенкование и развертывание

Гаечные ключи.
Отвертки.
Крейцмесель.
Молоток.
Сверла с хвостовиком:
цилиндрическим,
коническим.
Измерительная линейка.
Чертилка.
Предельная пробка по размеру просверленного отверстия.
Угольник 90°.
Зенкеры:
цилиндрические,
конические.
Зенковки.
Развертки:
ручные (цилиндрические и конические),
машинные.
Вороток.
Ручная дрель.
Тиски:
машинные с призматической губкой,
ручные.
Призмы.
Планки и прихваты.
Струбцины.
Переходные втулки.
Сверлильный патрон.
Кондуктор.
Шаблон:
для сверления,
для проверки заточки сверл.
Клин для выбивания сверл.
Масленка.
Крючок для снятия стружки.
Деревянные и металлические подкладки.
Волосяная щетка.

Нарезание резьбы

Круглые плашки (цельная и регулируемая).
Плашкодержатель.
Угольник.
Клупп.
Метчики:
метрические,
дюймовые.
Вороток.
Резьбомеры.
Резьбовые калибры (кольцо и пробка).
Плоские напильники личные.
Отвертка.
Гаечный ключ.
Штангенциркуль.
Измерительная линейка.
Патроны для нарезания резьбы на сверлильных станках.
Резьбонакатные плашки.
Комплект гаек, болтов и шпилек.
Электрический или пневматический резьбонарезатель.

Шабрение

Плоский шабер для шабрения:
предварительного,
чистового,
повышенной точности.
Трехгранный шабер.
Шабер для шабрения «на себя».
Шабер со вставными плашками из твердого сплава.
Напильник:
плоский личной,
трехгранный личной.
Линейка:
лекальная,
трехгранная поверочная.
Плита:
поверочная,
специальная поверочная (для «ласточкина хвоста»).
Поверочная призма.
Микрометр.
Штангенциркуль.
Индикатор с подставкой.
Контрольные валики.
Щуп.
Угольник:
лекальный,
поверочный.
Угловой шаблон.
Рамка для подсчета числа пятен.
Притир для доводки шаберов.
Кубик для нанесения краски.
Сосуд:
с машинным маслом,
с синькой.
Тампон.
Щетка:
волосяная,
стальная.

Распиливание и припасовка

Плоский напильник личной и драчевой.
Трехгранный напильник личной и драчевой.
Квадратный напильник личной и драчевой.

Полукруглый напильник личной и драчевой.
Круглый напильник личной и драчевой.
Ромбовидный напильник личной и драчевой.
Стальная щетка.
Штангенциркуль.
Микрометр.
Линейка:
измерительная,
лекальная.
Циркуль.
Молоток массой 400 г.
Слесарная ножовка.
Кернер.
Сверла (комплект).
Накладные губки.
Деревянная дощечка для крепления тонких изделий.
Чертилка.
Угольник:
контрольный,
с широким основанием.
Угловые и радиусные шаблоны.
Призмы.
Контрольный валик.
Набор деталей для измерений микрометром.
Опиловочное приспособление.

Притирка и доводка

Притир-плита:
для черновой притирки,
для чистовой притирки.
Притир:
угловой,
цилиндрический,
кольцевой,
плоский.
Стальной брусок.
Стальная призма.
Лекальная линейка.
Призма.
Кубик.
Угольник:
контрольный,
лекальный.
Шарасиры.
Индикатор.
Микрометр.
Валик для шаржирования притиров.
Сосуд:
для пасты,
для шлифовального порошка,
для керосина.
Набор паст ГОИ.
Шлифовальные порошки.
Краи с конической пробкой.
Калибр-пробка.

Шаблоны криволинейного профиля.

Клепка

Чертилка.
Измерительная линейка.
Разметочный циркуль.
Угольник с пайкой.
Молоток.
Кернер.
Плоский напильник личной.
Правильная плита.
Обжимка по диаметру заклепки.
Оправка по диаметру заклепки.
Поддержка по диаметру заклепки.
Бородок.
Шаблон для проверки полноты полукруглой головки и шага между заклепками.
Чекан.
Заклепки:
с полукруглой голонкой,
с потайной головкой,
пустотелые.
Сверла и зенкеры по размеру заклепок.
Пневматический клепальный молоток.

Лужение и пайка

Паяльник:
молотковый,
электрический.
Плоский личной напильник.
Трехгранный шабер.
Плоскогубцы.
Кусачки.
Кузнечные клещи.
Разливной ковш.
Волосяная кисть.
Кузнечный горн.
Ванна:
для травления,
для обезжиривания.
Электротигель.
Тигель.
Паяльная лампа.
Стойка для электропаяльника.
Сосуд для хлористого цинка.
Рукавицы.
Соляная кислота.
Каустическая сода.
Нашатырь (в порошке и кусковой).
Бура.
Олово.
Цинк.
Свинец.
Припои.
Пластинки из красной меди.
Проволока.
Пакля.
Кузнечный уголь.

Древесные опилки.
Денатурат.
Канифоль.
Заготовки для пайки:
детали масленки,
державки для резцов,
пластинки твердого сплава.

Разметка корпусных деталей

Разметочная плита.
Чертилка.
Линейка:
измерительная,
вертикальная,
вертикально-сдвоенная.
Рейсмус.
Штангенрейсмус.
Разметочный циркуль.
Угольник:
плоский,
с пайкой.
Молоток массой 100 г.
Кернер.
Угольник-центроискатель.
Кисть.
Разметочный ящик.
Разметочный штангенциркуль.
Струбцины.
Домкратики.
Установочные призмы.
Регулируемый клин.
Раствор медного купороса.
Меловой раствор.
Графит.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Крупицкий Э. И.** Справочник молодого слесаря. М.: Высшая школа, 1969.
2. **Макиенко Н. И.** Практические работы по слесарному делу. М.: Высшая школа, 1982.
3. **Макиенко Н. И.** Слесарное дело с основами материаловедения. М.: Высшая школа, 1974.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ИБ № 4159

Владимир Семенович Старичков

ПРАКТИКУМ ПО СЛЕСАРНЫМ РАБОТАМ

Редактор **Е. С. Забалуева**
Художественный редактор **И. К. Капралова**
Технический редактор **Н. В. Тимофеенко**
Корректор **А. А. Сиастина**
Переплет художиика **С. А. Салданова**

Сдано в набор 26.04.83. Подписано в печать 19.09.83. Т-17417.
Формат 60×90$^{1}/_{16}$. Бумага типографская № 2. Гарнитура лнтературная.
Печать высокая. Усл. печ. л. 14,0. Усл. кр.-отт. 14,0. Уч.-нзд. л. 15,54.
Тнраж 50 000 экз. Заказ 115. Цена 80 к.

Ордена Трудового Красного Знамеии издательство «Машнностроеине»,
107076, Москва, Б-76, Стромынский пер., д. 4.

Леиинградская тнпографня № 6 ордена Трудового Красного Знамеии
Ленинградского объединення «Технлческая киига» нм. Евгеиии Соколовой
Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР
по делам издательств, полнграфни и кннжной торговлн,
193144, г. Леннград, ул. Монсеенко, 10.